

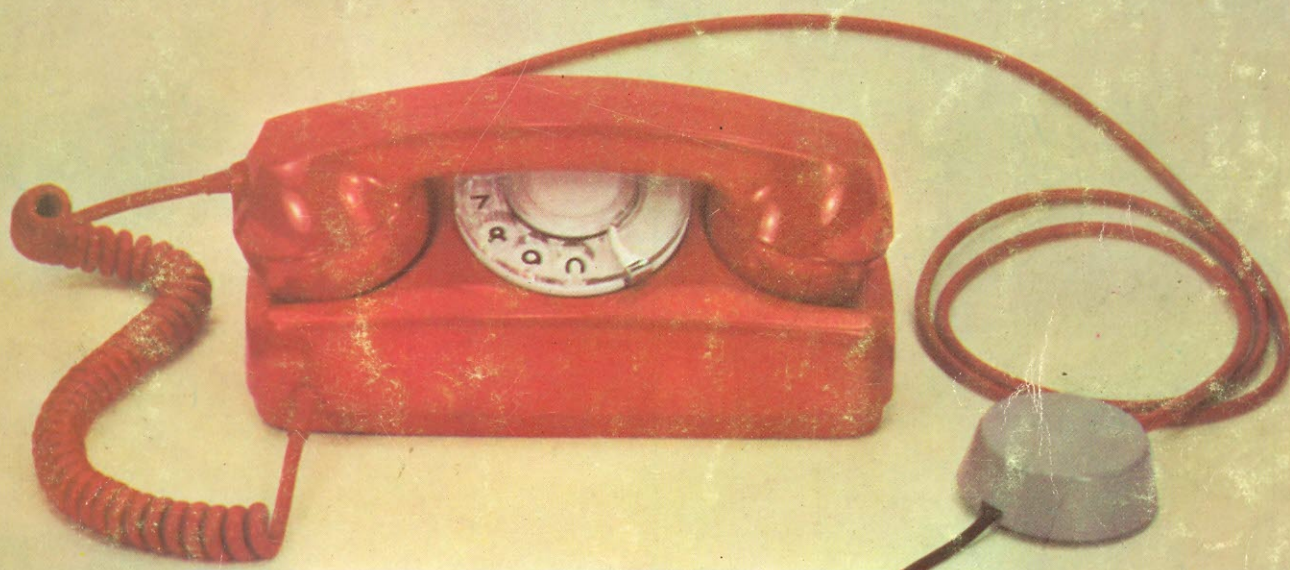
NOVA ELETRONICA

Nº 50-ABRIL/Cr\$ 100,00

**Quase tudo sobre microfones...
... e uma série sobre gravação
profissional**

fr

**A montagem do AMPLIFONE
— amplificador telefônico da NE**



Na seção prática, Analisador de Espectro para Audio



NOVA ELETRÔNICA

EDITOR E DIRETOR RESPONSÁVEL LEONARDO BELLONZI

CONSULTORIA TÉCNICA Geraldo Coen/Joseph E. Blumenfeld/Juliano Barsali/Leonardo Bellonzi

REDAÇÃO Juliano Barsali

DIAGRAMADOR Eduardo Manzini/Eraldo de Siqueira Santos

ARTE Eraldo de Siqueira Santos/Elizeu Rodrigues Camargo

DESENHOS Elizeu Rodrigues Camargo

EQUIPE TÉCNICA Renato Bottini/Everaldo R. Lima/Salomão Choueri Jr./Des. José Reinaldo Motta

DEPTO. ASSINATURAS Marizilda Mastandrea

COLABORADORES Marcia Hirth/José Roberto da S. Caetano/Paulo Nubile

CORRESPONDENTES NOVA IORQUE Guido Forgnoni/MILÃO Mário Magrone/GRÃ-BRETANHA

Brian Dance

CAPA Charles Souza Campos

COMPOSIÇÃO J.G. Propaganda Ltda./FOTOLITO Estúdio Gráfico M.F. Ltda.

IMPRESSÃO Monsanto Editora Ltda. **IDISTRIBUIÇÃO** Abril S.A. Cultural e Industrial

NOVA ELETRÔNICA é uma publicação de propriedade da **EDITELE** — Editora Técnica Eletrônica Ltda. — Redação, Administração e Publicidade: Rua Hélade, 125 — CEP 04234 — V. Santa Catarina — SP. Fone: 542-0202

TODA CORRESPONDÊNCIA DEVE SER EXCLUSIVAMENTE ENDEREÇADA À NOVA ELETRÔNICA

— CAIXA POSTAL 30.141 — 01000 S. PAULO, SP

REGISTRO N.º 9.949-77 — P. 153 — TIRAGEM DESTA EDIÇÃO: 60.000 EXEMPLARES.

Kits	Amplifone — o amplificador telefônico da NE — conclusão.	3
Teoria & informação	A tabela do mês.	12
	Conversa com o leitor.	14
	Notícias da NASA.	20
	Livros em revista.	22
	Idéias do lado de lá.	24
	Antologia dos monoestáveis.	26
	Componentes — o amplificador de áudio TDA 2030.	31
	Classificados Nova Eletrônica.	33
	Noticiário.	34
Seção do principiante	O problema é seu.	35
Prática	Luz de emergência para veículos.	36
	Analisador de espectro para áudio.	39
Engenharia	Prancheta do projetista.	44
	A microeletrônica toma o caminho das rodovias.	47
Suplemento		
BYTE	Os novos CIs para controle de discos flexíveis.	56
Audio	Em pauta.	66
	Tudo (ou quase tudo) sobre os microfones.	69
	A gravação profissional ao seu alcance — 1.ª parte.	78
Cursos	Prática em técnicas digitais — 28.ª lição.	85
	Instrumentação analógica e digital básica — 11.ª lição.	93

Todos os direitos reservados; proíbe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações desta publicação, assim como traduções e adaptações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos Editores, sendo apenas permitido para aplicações didáticas ou dile-tantes. Não assumimos nenhuma responsabilidade pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patentes. Em virtude de variações de qualidade e condições dos componentes, os Editores não se responsa-bilizam pelo não funcionamento ou desempenho suficiente dos dispositivos montados pelos leitores. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica nem comercial; os protótipos são mi-nuciosamente provados em laboratório antes de suas publicações. NÚMEROS ATRASADOS: preço da última edição à venda. A Editele vende números atrasados mediante o acréscimo de 50% do valor da última edição pos-ta em circulação. ASSINATURAS: não remetemos pelo reembolso, sendo que os pedidos deverão ser acompa-nhados de cheque visado pagável em SÃO PAULO, em nome da EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda.

AMPLIFONE, O AMPLIFICADOR TELEFÔNICO

2.^a parte

Equipe Técnica Nova Eletrônica

Na edição anterior apresentamos o AMPLIFONE, um amplificador que permite falar e ouvir uma chamada telefônica à distância, eliminando a necessidade de ficar segurando o fone durante a conversa. Esta segunda parte do artigo contém as descrições de montagem, instalação, testes, ajustes e operação do aparelho.

Antes de tudo é bom observar que apresentamos aqui apenas uma síntese das instruções de montagem. Uma explanação mais detalhada o montador encontrará no manual que acompanha o kit.

O texto a seguir, serve como um guia para aqueles que planejam construir seus amplificadores telefônicos por conta própria, sem adquirir o kit. A sequência tem uma lógica que recomendamos seja seguida passo a passo.

A montagem

Na figura 1 reproduzimos a placa dos componentes, com suas duas faces sobrepostas. Para a primeira etapa da montagem, aquela deverá ser observada sempre que necessária a localização de algum componente.

1) Montagem dos componentes à placa

a. Solde primeiro os resistores (R1 a R59) cortando seus excessos de terminais.

b. Solde os diodos (D1 a D12) à placa, observando sua posição correta e cortando seus excessos de terminais.

c. Solde os transistores, notando o correto posicionamento de seus pinos e, caso necessário, cortando os excessos de seus terminais.

d. Solde agora os capacitores, sempre atento ao fato de que os eletrolíticos (inclusive os de tântalo) possuem polaridade definida. Em seguida corte-lhes os excessos de terminais.

e. Posicione, observando a localização de seus pinos 1, os circuitos integrados CI1 e CI2, e solde-os com o cuidado de não sobreaquecê-los.

f. Solde o trimpot no lugar indicado na placa.

g. Posicione e solde à placa o transformador T1; este possui dois lados

simétricos podendo ser colocado em qualquer posição.

2) Conexões externas

a. Tomando por base a figura 2, prepare os fios com as cores e tamanhos indicados.

b. Depois de cortados os fios, desencape suas extremidades em 5 mm e estanhe-as.

c. Solde uma das extremidades do fio preto de 20 cm ao ponto L.

d. Solde uma das extremidades do fio vermelho de 20 cm ao ponto M.

e. Solde uma das extremidades do fio vermelho de 2 metros ao ponto H e uma das extremidades do fio verde de mesmo comprimento ao ponto I.

f. Solde o fio vermelho de 15 cm ao ponto P, o fio branco de mesmo tamanho ao ponto S e o fio preto, também de 15 cm, ao ponto T.

NOTA: Deixe de lado a placa, por enquanto, e pegue o clip de bateria com jack fêmea.

g. Solde o fio preto do clip de bateria ao ponto 1 do jack e o fio vermelho ao ponto 2 (veja a figura 3).

h. Solde o fio preto de 30 cm ao ponto 1 do jack e o fio vermelho de mesmo tamanho ao ponto 3.

NOTA: Deixe por ora o clip de bateria com o jack de lado e pegue o potenciômetro P1.

i. Solde o fio vermelho de 10 cm ao pino 1 de P1, o fio branco de 8 cm ao pino 2 e o fio preto de 5 cm ao ponto 3 (veja a figura 4).

NOTA: Deixe o potenciômetro de lado e tome uma das chaves de teclas. Para identificação dos pinos das chaves recorra à figura 5.

j. Solde o fio vermelho de 4 cm ao pino 1 da chave, o fio branco de 6 cm ao pino 4 e outro fio branco de 4 cm ao pino 5.

NOTA: Deixe esta chave (que passará a ser denominada CH1) e pegue a outra chave (CH2).

k. Solde o fio preto de 2,5 cm ao pino 4 de CH2 e o fio branco de 12 cm ao pino 5 da mesma.

3) Montagem Geral

a. Monte P1, CH1 e CH2 na placa, conforme a figura 6. Primeiro P1 fixe ao suporte de aço com dois parafusos M3 x 16 mm, para depois fixá-los às chaves e à placa com 4 parafusos M3 x 32 mm, 4 espaçadores de alumínio, porcas e arruelas. Observe atentamente a posição correta de CH1 e CH2 e também da placa de aço, a qual não é totalmente simétrica.

b. Solde os fios do potenciômetro à placa da seguinte maneira: o fio vermelho do pino 1 ao ponto D, o fio branco do pino 2 ao ponto E e o fio preto do pino 3 ao ponto K.

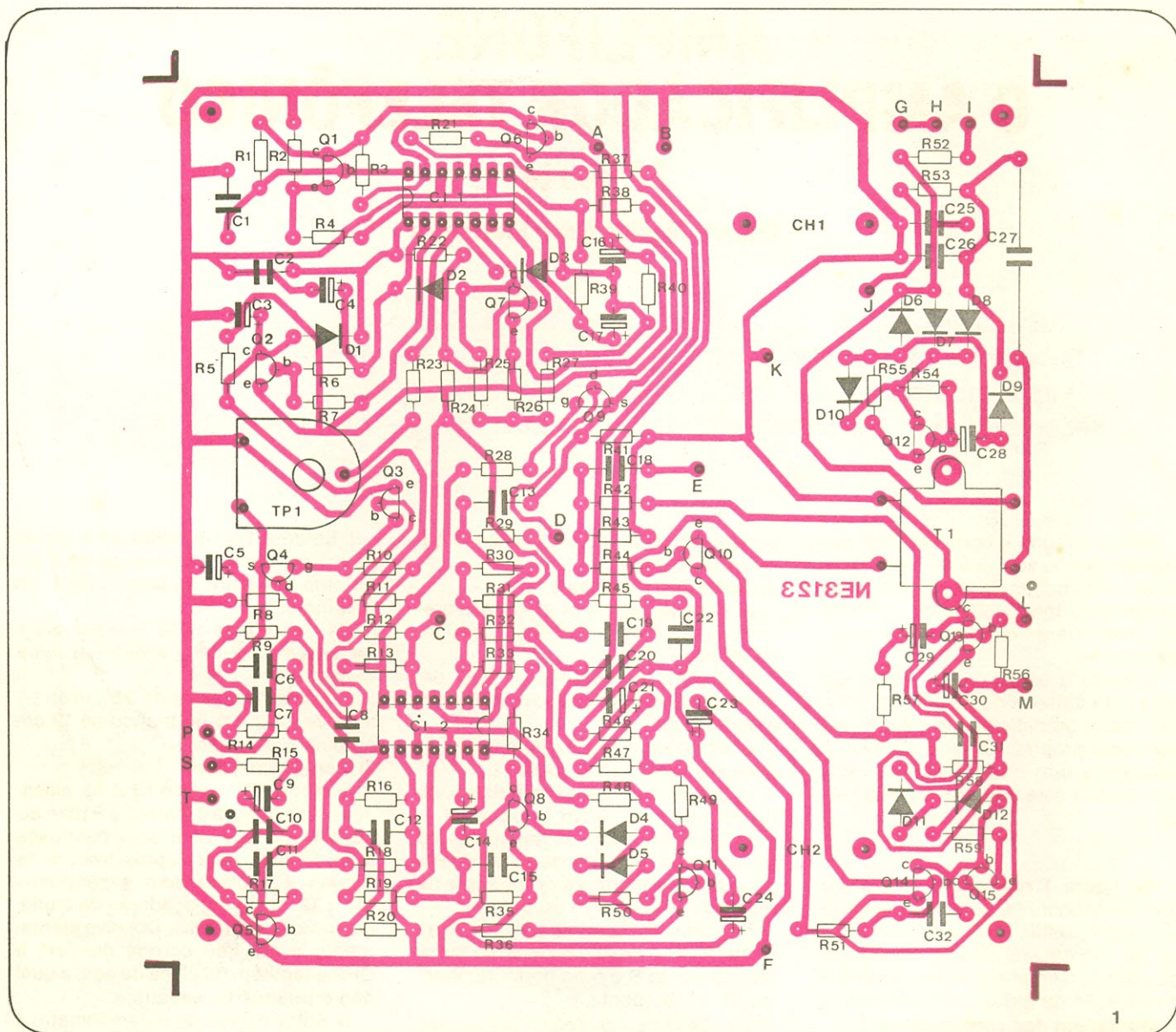
c. Solde os fios de CH1 à placa do seguinte modo: o fio vermelho do pino 1 ao ponto A, o fio branco do pino 4 ao ponto J e o outro fio branco do pino 5 ao ponto 6.

d. Solde os fios de CH2 à placa da seguinte forma: o fio branco do pino 5 ao ponto C e o fio preto do pino 4 ao ponto F.

e. Solde o fio preto proveniente do pino 1 do jack ao ponto B e o fio vermelho do pino 3 ao pino 2 de CH1.

f. Solde os fios vermelhos e preto, provenientes dos pontos M e L, ao alto-falante.

Este kit, assim como os demais kits Nova Eletrônica, podem ser encontrados, prontos para montar, na Filcres e em todos os demais representantes NE, espalhados pelo Brasil. Consulte as páginas do Informativo Mensal Filcres para manter-se informado sobre kits e representantes.



g. Solde o fio vermelho proveniente do ponto P ao positivo da alimentação do microfone (P); o fio branco prove-

niente do ponto S à saída do sinal do microfone e o fio preto proveniente do ponto T ao terra do microfone (T).

h. Monte o suporte de pilha segundo a figura 7.

i. Fixe o suporte de pilha à placa de eucatex (lado poroso) com um parafuso M3 x 16mm, 2 arruelas e porca M3 (veja figura 8).

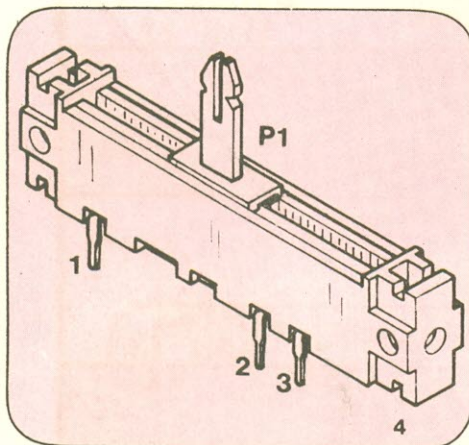
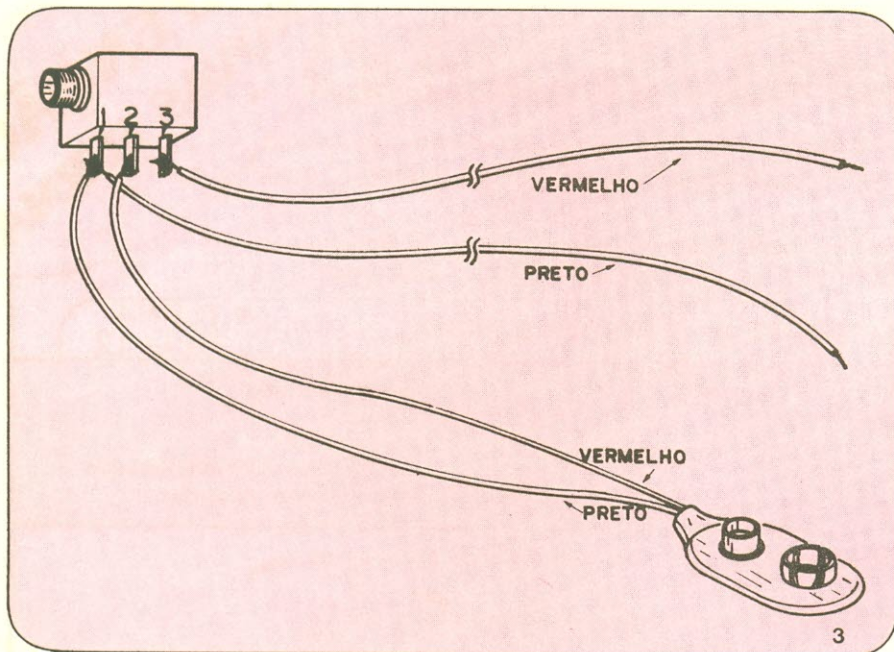
j. Fixe o jack fêmea ao seu suporte, retirando sua porca e recolocando-a depois, entre o jack e o suporte. Fixe, a seguir, este suporte, à placa de eucatex (lado poroso) com dois parafusos M3 x 10 mm, 4 arruelas e 2 porcas M3 (veja figura 8).

k. Fixe o alto-falante à caixa plástica com quatro parafusos M3 x 10 mm e respectivas porcas.

4) Acabamentos finais

a. Para revestir a placa de eucatex com o pano ortofônico, corte o tecido num tamanho pouco maior que a placa, a fim de que possa dobrá-lo nas bordas.

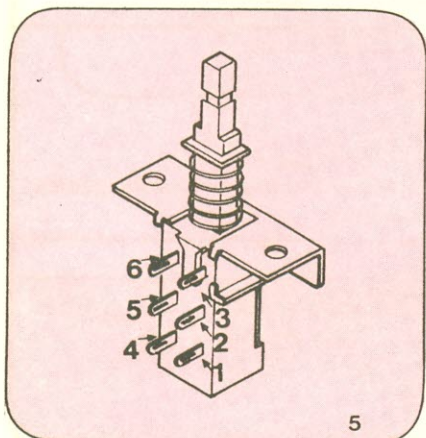
cor do fio	indicação na placa	comprimento	ligação externa
vermelho	A	4 cm	pino 1 de CH1
vermelho	—	30 cm	pino 2 de CH1
preto	B	30 cm	terra da bateria e jack
branco	C	12 cm	pino 5 de CH2
preto	F	2,5 cm	pino 4 de CH2
vermelho	D	10 cm	pino 1 de P1
branco	E	8 cm	pino 2 de P1
preto	K	5 cm	pino 3 de P1
branco	G	4 cm	pino 5 de CH1
branco	J	6 cm	pino 4 de CH1
vermelho	M	20 cm	alto-falante
preto	L	20 cm	alto-falante
vermelho	H	2 m	linha telefônica
verde	I	2 m	linha telefônica
vermelho	P	15 cm	"+" alimentação
branco	S	15 cm	saída sinal
preto	T	15 cm	terra



b. Usando a fita adesiva dupla face cole o pano ortofônico à placa de eucatex.

c. Depois retire a proteção do outro lado da fita colante e fixe a placa de eucatex à caixa plástica.

d. Encaixe o microfone de eletreto



na placa de eucatex com furo menor. Se encontrar alguma dificuldade neste encaixe, alargue um pouco os furos com uma tesoura ou outro objeto cortante.

e. Parafuse a placa à caixa com quatro parafusos AA de 2,9 x 9,5 mm.

f. Encaixe a bateria de 9 V em seu suporte (veja a figura 8) e coloque o clip de bateria.

g. Parafuse o fundo de eucatex à caixa com quatro parafusos AA de 2,9 x 9,5 mm. Não esqueça de passar os fios vermelhos e verde pelo orifício próprio.

h. Fixe, com o restante de fita adesiva ou cola, o painel central.

i. Coloque os knobs nas chaves de teclas e no potenciômetro.

Instalação

A instalação do seu AMPLIFONE é bastante simples e resume-se em interligá-lo à linha telefônica usando dois fios.

NOTA: O AMPLIFONE é isolado da linha através de um transformador de impedância, o que confere a esta última total proteção contra qualquer avaria no circuito.

Bem, vamos à instalação:

1 — Entre o aparelho telefônico e a linha, deve haver alguma caixa de conexão e é nesta conexão que você procederá à instalação do amplificador.

2 — Abra esta caixa e identifique os dois fios que vão ao aparelho telefônico.

3 — Ligue os fios do AMPLIFONE (vermelho e verde) aos fios do telefone. Não existe preferência na ordem das ligações, isto é, ligue o fio verde a qualquer um dos fios e o fio vermelho ao outro.

4 — Feche a caixa.

Operação

Na condição de repouso (quando o aparelho não está sendo usado) os controles devem estar nas posições:

- a. volume mínimo;
- b. chave de chamada desligada;
- c. chave TX/RX desligada.

Quando desejar discar para alguém, proceda da seguinte forma:

a. retire o fone do gancho e disque o número desejado.

b. Ligue o AMPLIFONE (aperte a chave de chamada) e reponha o fone na gancho.

c. Ajuste o volume até meio curso e espere que alguém atenda a chamada.

d. Ao término da conversação, desligue o amplificador, desapertando a chave de chamada.

Para receber uma chamada basta ligar o AMPLIFONE e ajustar seu volume.

NOTA: Evite o máximo possível deixar o fone fora do gancho e o AMPLIFONE ligado ao mesmo tempo, a fim de que não ocorra microfonia (ou realimentação positiva).

Opção para fonte de alimentação

Caso você deseje usar uma fonte de alimentação em lugar da bateria, faça o seguinte: pegue uma fonte de 9 V bem regulada e ligue-a através de um cabo duplo ao jack, como mostra a figura 9. Para esta fonte não existe limite de corrente, praticamente, pelo fato do consumo ser muito baixo, no máximo 50 mA.

Testes iniciais

Para a realização dos testes iniciais, siga o roteiro abaixo:

1) As chaves e controles devem estar posicionados da seguinte maneira:

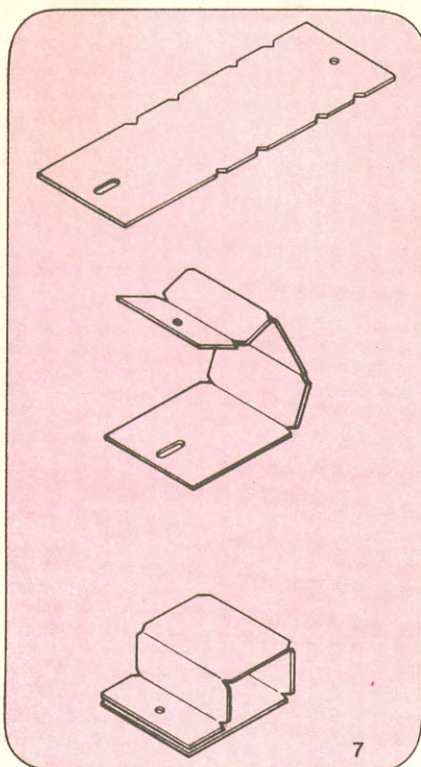
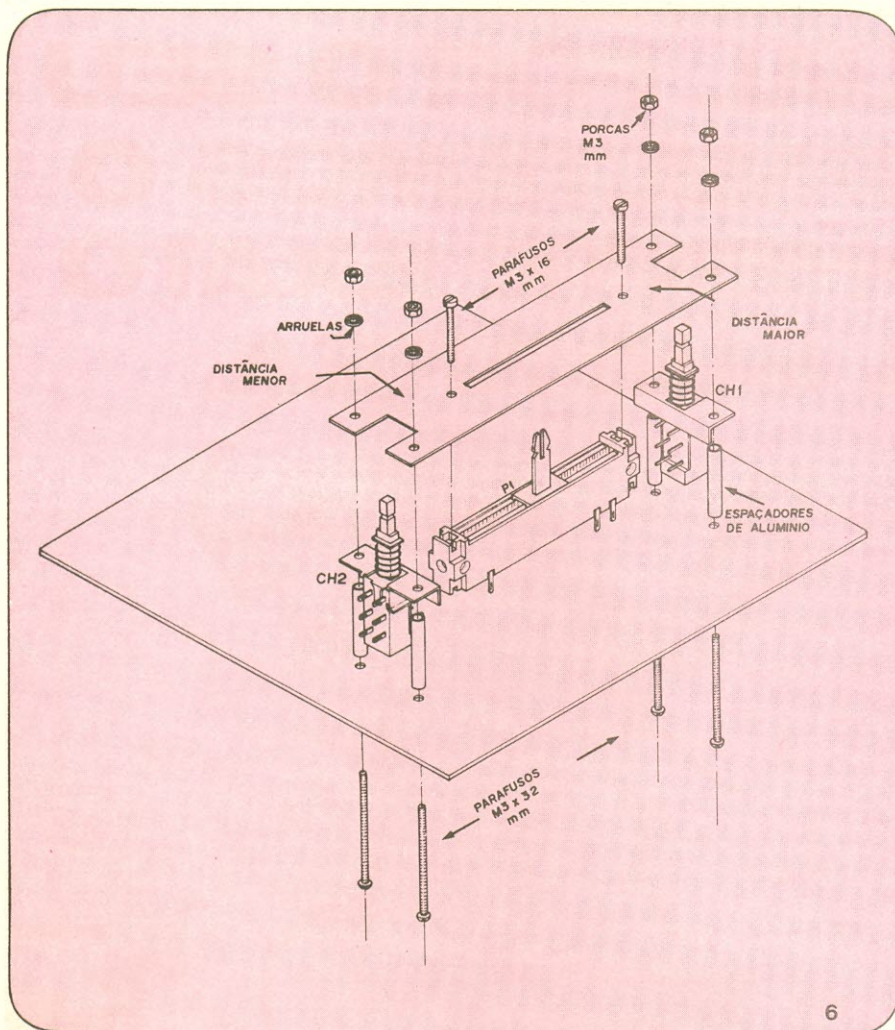
- a. volume — mínimo;
- b. chave TX/RX — desligada;
- c. chave de chamada — desligada;
- d. sensibilidade — mais ou menos na metade do curso.

2) Disque para um amigo. Assim que ouvir o toque de chamada ligue o amplificador e recoloca o fone no gancho.

3) Coloque o volume a meio curso e espere até que alguém atenda o telefone.

4) Assim que for completada a ligação, reajuste o volume se necessário. Você deverá ouvir a pessoa para quem ligou e também deverá ser ouvido por ela. Talvez seja um pouco cortada a voz de um ou de outro, mas este problema será resolvido posteriormente com o ajuste da sensibilidade. Lembre-se também que neste aparelho apenas uma pessoa de cada vez pode falar.

5) Caso você não ouça a outra pessoa ou não seja ouvido por ela, verifi-



que se os controles estão nas posições indicadas:

- volume — aproximadamente a meio curso;
- chave TX/RX — desligada;
- chave de chamada — ligada;
- sensibilidade — aproximadamente a meio curso.

Se o problema persistir após verificados estes controles, volte atrás e faça um *check-up* da montagem do circuito.

Ajuste de sensibilidade

Ao se ajustar a sensibilidade do aparelho, dois itens deverão ser levados em conta:

- ruído de fundo (ruído ambiente) do local onde ele será colocado.
- distância máxima que se deseja entre o aparelho e o usuário do AMPLIFONE.

É claro que estes dois itens devem estar em concordância, pois num ambiente silencioso você conseguirá manter uma conversação normal numa distância bem maior que num ambiente mais ruidoso.

Vamos então aos ajustes.

- Após ter se certificado de que

ambas as partes podem ser ouvidas, coloque-se numa distância em que desejará falar normalmente com o AMPLIFONE.

- Fale com voz normal e peça que a outra pessoa faça o mesmo.

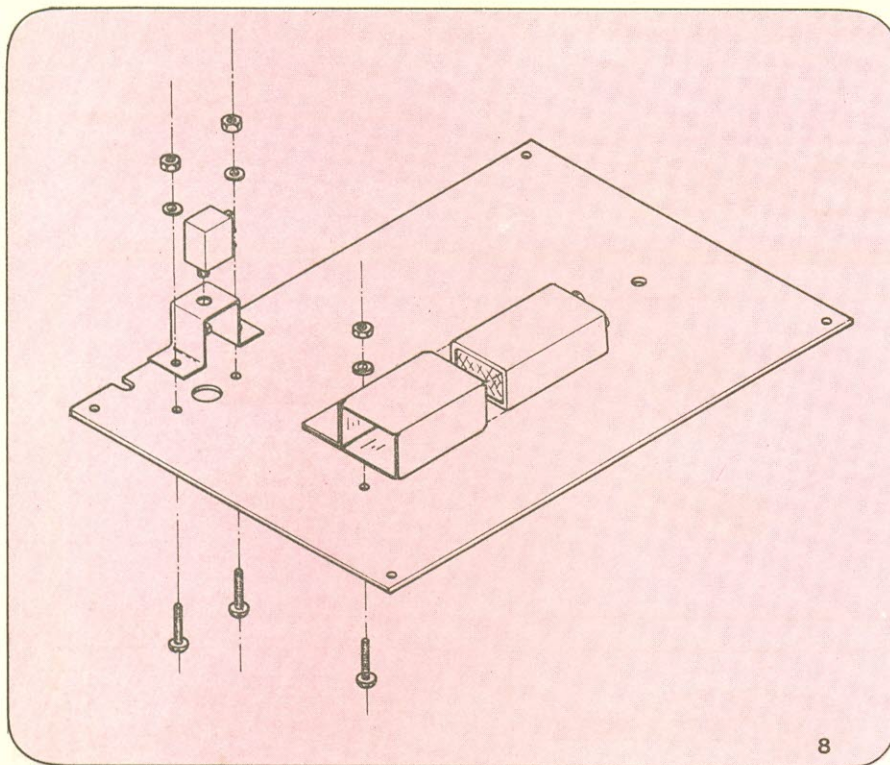
- Observe se algumas sílabas de uma das transmissões estão sendo cortadas. Caso a sua voz esteja sendo cortada, aumente a sensibilidade (gire o controle correspondente no sentido anti-horário) até que o interlocutor possa ouvi-lo normalmente. Caso a outra voz esteja sendo cortada, diminua a sensibilidade (gire o trimpot no sentido horário) até que possa ser ouvido normalmente.

Com este ajuste você terá acabado de preparar o seu amplificador telefônico. Agora é valer-se dele para sua utilidade principal: ficar com as mãos livres para qualquer atividade, mesmo durante uma conversa ao telefone.

Relação de material

RESISTORES

- R1 — 120 k
- R2 — 39 k
- R3 — 120k
- R4 — 1 k
- R5 — 3,3 M
- R6 — 120 k
- R7 — 82 k
- R8 — 22 k
- R9 — 6,8 k
- R10 — 120 k
- R11 — 470 k
- R12 — 10 k
- R13 — 10 M
- R14 — 39 k
- R15 — 4,7 k
- R16 — 470 k
- R17 — 3,3 M
- R18 — 39 k
- R19 — 68k
- R20 — 3,9 k
- R21 — 39 k
- R22 — 470 k
- R23 — 120 k
- R24 — 120 k
- R25 — 120 k
- R26 — 270 k
- R27 — 2,2 k
- R28 — 1,5 M
- R29 — 3,9 k
- R30 — 220 k
- R31 — 100 k
- R32 — 100 k
- R33 — 220 k
- R34 — 120 k
- R35 — 120 k
- R36 — 22
- R37 — 68 k
- R38 — 39 k
- R39 — 39 k
- R40 — 27 k
- R41 — 3,3 k
- R42 — 120 k



8

R43 — 270 k
R44 — 1 k
R45 — 680
R46 — 820
R47 — 820
R48 — 120 k
R49 — 220 k
R50 — 10 k
R51 — 6,8 k
R52 — 22
R53 — 22
R54 — 6,8 k
R55 — 82
R56 — 2,2 k
R57 — 560 k
R58 — 12 k
R59 — 4,7

Todos os resistores têm os valores em ohms e são de 1/4 W.

CAPACITORES

C1 — 10 nF
C2 — 100 nF
C3 — 0,68 μ F
C4 — 47 μ F
C5 — 10 μ F
C6 — 100 nF
C7 — 470 pF
C8 — 4,7 nF
C9 — 0,68 μ F
C10 — 10 nF
C11 — 4,7 nF
C12 — 100 pF
C13 — 100 nF
C14 — 10 μ F
C15 — 470 pF
C16 — 0,68 μ F
C17 — 0,68 μ F

C18 — 10 nF
C19 — 100 nF
C20 — 100 nF
C21 — 1 μ F
C22 — 10 nF
C23 — 100 μ F
C24 — 10 μ F
C25 — 1 nF
C26 — 1 nF
C27 — 2,2 μ F
C28 — 10 μ F
C29 — 10 μ F
C30 — 10 μ F
C31 — 4,7 nF
C32 — 100 pF

Todos os capacitores devem ter isolamento mínima de 16V. C4, C5, C14, C21, C23, C24, C28, C29 e C30 são eletrolíticos. C3, C9, C16 e C17 são tântalo. Os demais são de poliéster, disco, schiko ou plate.

SEMICONDUCTORES

diodos

D1 a D5, D11 e D12 — 1N914 ou 1N4148
D6 a D9 — 1N 4001/2/4
D10 — 1N4744 (zener)

transistores

Q1, Q3, Q5, Q6, Q10, Q11, Q12 e Q15 — BC237 ou BC547 (NPN)
Q2, Q7, Q8, Q13 e Q14 — BC557 (PNP)

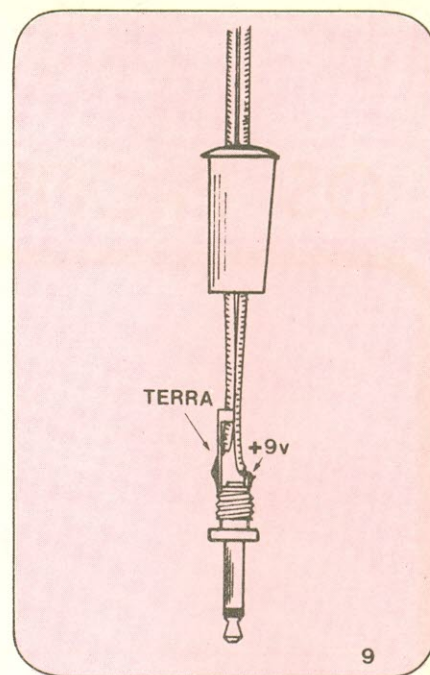
Q4 e Q9 — P1087 E (FET)

circuitos integrados

C11 — LM339
C12 — LM324

DIVERSOS

TP1 — trimpot 22k ohms



9

p1 — potenciômetro linear retilíneo 22K ohms

(1) clip de bateria 9 V
(1) alto-falante de 3,2 Ω ; 2 3/4"
(1) microfone de eletreto EM-3
(2) chave de teclas 2 pólos X 2 posições
(2) knob cor cinza p/chave de teclas
(1) knob cor cinza p/ potenciômetro deslizante
(1) transformador de impedância 600 Ω X 600 Ω
(1) placa de suporte p/fixar chave e pot.
(1) placa de suporte p/fixar bateria
(1) placa de eucatex p/fixar microfone
(1) placa de eucatex p/frente do alto-falante
(1) placa de eucatex p/fundo de caixa
(8) parafuso AA 2,9 X 9,5 mm
(3) parafuso M3 X 16 mm
(4) arruela 4 mm
(11) porca M3 sextavada
(4) parafuso M3 X 32 mm
(6) parafuso M3 X 10 mm
(6) arruela O int. 4 mm c/dente
(4) espaçador de alumínio
(2) pano ortofônico de 120 mm X 170 mm
(1) caixa plástica
(1) painel central
1 m de fio flaxível preto 22 AWG
0,5 m de fio flexível branco 22 AWG
1 m de fio flexível vermelho 22 AWG
3 m de solda trinúcleo
(1) placa de circuito impresso NE 3123
(1) manual de instruções
(1) jack fêmea HCJ-3502
(1) jack macho TIR-N350
(1) placa de suporte p/jack
(4) pés de borracha
2 m de fio duplo flexível vermelho e verde 22 AWG
0,3 m de fita adesiva dupla face

A tabela do mês

Transistor-Glossário de símbolos

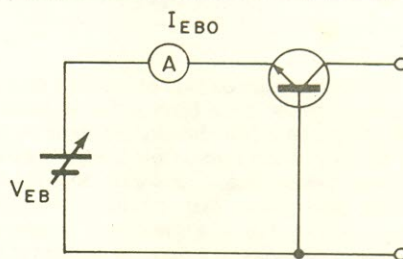
1.^a parte

PARÂMETROS

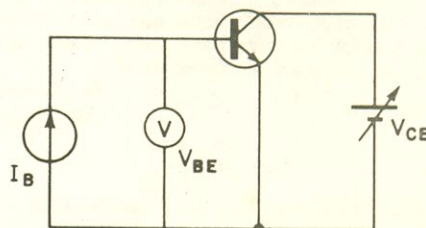
Símbolo	Discriminação	Descrição	Ilustração
BV_{CBO}	Tensão de ruptura entre coletor e base com emissor aberto.	Tensão de ruptura medida numa corrente especificada com o emissor em aberto	
BV_{CEO}	Tensão de ruptura entre coletor e emissor com base aberta	Tensão de ruptura medida numa corrente de coletor especificada, com a base aberta	
BV_{EBO}	Tensão de ruptura entre emissor e base com coletor aberto.	Tensão de ruptura entre emissor e base medida numa corrente especificada de emissor com o coletor aberto	
h_{FE}	Ganho em corrente CC em emissor comum	A razão entre corrente CC de coletor e base com tensões e correntes de coletor especificadas	
I_{CBO}	Corrente reversa do coletor para a base	A corrente que atravessa a junção base-coletor com esta polarizada reversamente por uma tensão especificada e com o emissor aberto.	

I_{CEX}	Corrente reversa de coletor para emissor em condições especificadas	Corrente de coletor para emissor com a base direta ou reversamente polarizada por uma tensão ou corrente especificada
-----------	---	---

I_{EBO}	Corrente reversa de coletor para base	Corrente que atravessa a junção base emissor com esta reversamente polarizada, com o coletor aberto
-----------	---------------------------------------	---

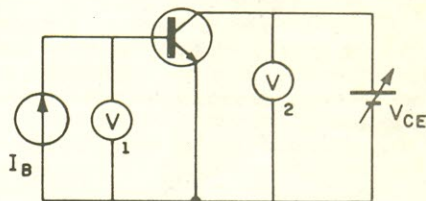


$V_{BE(ON)}$	Tensão base emissor com a junção não saturada	Tensão base-emissor medida na configuração emissor comum com corrente e tensão de coletor especificadas
--------------	---	---



$V_{BE(SAT)}$	Tensão de saturação entre base e emissor	Tensão base-emissor medida na configuração emissor comum com corrente e tensão de saturação especificadas
---------------	--	---

$V_{CE(SAT)}$	Tensão de saturação entre coletor e emissor	Tensão coletor-emissor medida na configuração emissor comum com corrente e tensão de saturação especificadas na base
---------------	---	--



$$V_1 = V_{BE(SAT)}$$

$$V_2 = V_{CE(SAT)}$$

Parâmetros Térmicos

R_{TH}	Resistência térmica da junção ao encapsulamento	O aumento da temperatura da junção em função do aumento da temperatura do encapsulamento por unidade de potência dissipada
----------	---	--

T_J	Temperatura da junção	Temperatura da junção medida sem dissipador
-------	-----------------------	---

Notícias da NASA

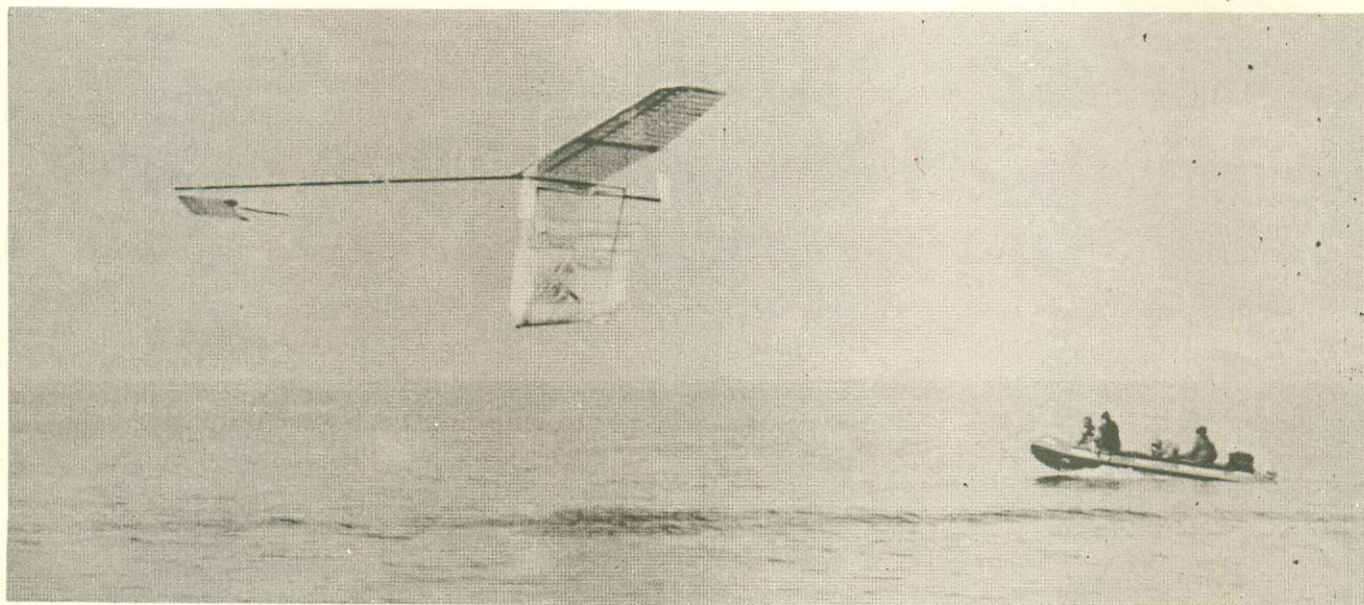
NASA financia os vôos experimentais do Gossamer Albatross

A NASA financiou um programa de pesquisas de curta duração, visando testar a aeronave mais original já construída: o *Gossamer Albatross* (Albatroz Pluma), operado tão-somente pela força muscular humana. O programa, que se desenvolveu durante dois meses, esteve a cargo do Centro de Pesquisas de Voo Dryden e do Centro de Pesquisas Langley, ambos da NASA. Seu objetivo foi o de estudar as características de voo de aeronaves leves e de baixa velocidade, com vistas a possíveis aplicações em aviões capazes de voar a grandes altitudes.

O *Gossamer Albatross n.º 2* é um dos vários aviões de tração humana projetados e construídos pelo Dr. Paul McCready, presidente da firma AeroViroment, da Califórnia. Este veículo, que voou pelo programa da NASA, é o irmão gêmeo do *Gossamer Al-*

batross n.º 1 (na foto), que entrou para a História ao sobrevoar o Canal da Mancha, acionado apenas por uma pessoa, em meados de 1979. A série "pluma" de aeronaves é tracionada, no ar, pelo próprio piloto, que vai virtualmente pedalando um mecanismo de bicicleta para girar a hélice do aparelho. Durante os testes, deu-se ênfase especial à utilização de um sistema de coleta de dados de pouco peso, com a finalidade de medir a estabilidade, controle e desempenho do avião.

Os irmãos Albatroz pesam aproximadamente 32 kg cada um, sem o piloto, e apresentam uma envergadura de quase 29 metros. A largura de 35 km do Canal foi percorrida em 2 horas e 49 minutos.



Crédito da foto: NASA

Cientistas detectam emissão de raios-X em Júpiter

Uma equipe de cientistas, ao estudar dados recolhidos pelo segundo observatório Astronômico de Alta Energia, da NASA, confirmou a emissão de raios X por Júpiter. Dessa forma, o gigantesco planeta, juntamente com a Terra, são os únicos dois planetas conhecidos a emitirem tal radiação. A equipe era chefiada pelo Dr. Albert Metzger, que divulgou os resultados obtidos em uma conferência realizada na Sociedade Americana de Astronomia, da Universidade de Maryland.

Essa descoberta poderá nos levar a ampliar nossos conhecimentos sobre a radiação produzida por partículas carregadas e altamente energéticas, que circunda o planeta, e proporciona tam-

bém novas informações sobre a composição da superfície de suas luas.

As observações que levaram a essa descoberta foram efetuadas através do telescópio de raios X do satélite astronômico, em órbita, já que essa radiação não é capaz de penetrar o suficiente na atmosfera para ser observada ao nível do solo. Quatro diferentes instrumentos dedicados aos raios X, cada um executando uma função específica, podem ser posicionados no foco do telescópio, incluindo o contador proporcional por imagens, empregado na observação de Júpiter.

Elétrons e íons altamente energéticos tendem a produzir raios X quando são absorvidos pela atmosfera de Júpiter, pela superfície de suas luas ou pelos recentemente descobertos anéis do planeta. De acordo com Metzger, os raios X podem muito bem estar sendo produzidos na atmosfera de Júpiter da forma como são produzidos aqui na Terra, ou seja, por elétrons energéticos que adentram a atmosfera, vindos dos cinturões de radiação, como resultado das interações entre partículas aprisionadas e o campo magnético do planeta. As partículas energéticas colidem com átomos e moléculas na atmosfera, produzindo uma ampla gama de radiação, que inclui auroras visíveis, luz ultravioleta e raios X. As observações das auroras de Júpiter, efetuadas pelas naves Voyager 1 e 2, sugerem que os raios X, como a luz ultravioleta, emanam das regiões polares do planeta.

As observações de raios X indicam quanta potência é necessária à manutenção dos intensos cinturões de radiação na magnetosfera de Júpiter. Os cinturões são envolvidos pela ação do forte campo magnético daquele planeta, que também atua como blindagem, para a região em torno de Júpiter, contra a influência do vento solar. Pelo brilho dos raios X observados, os pesquisadores calculam que perto de um quatrilhão de watts de potência é dissipado pelo elétrons energéticos, ao serem absorvidos pelo sistema de Júpiter. Para que os cinturões de radiação possam ser mantidos, igual nível de potência deve ser fornecido pela energia rotacional do planeta e pela força do vento solar.

É possível, ainda, que os raios X sejam produzidos por elétrons e íons energéticos que bombardeiam as superfícies dos satélites naturais que formam o sistema Jupiteriano. Assim, a observação dessa radiação poderia ser empregada para se determinar a composição da superfície de Io, Europa, Ganimedes e Calisto, todos satélites de Júpiter.

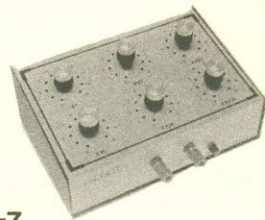
Seleção e tradução: JULIANO BARSALI

DÉCADA RESISTIVA DR-6

O Instrumento que faltava no laboratório de 1 a 990.999 OHMS

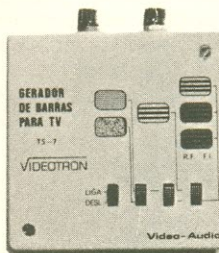
Em Kit — Cr\$ 3.290,00

Montado — Cr\$ 3.590,00



GERADOR DE BARRASTS-7

Para testes, ajustes e rápida localização de defeitos em aparelhos de TV, em cores e preto e branco, desde o selector de canais, F.I. (som e vídeo), amplificadores de vídeo e som, ajuste de convergência, foco, linearidade, etc. O único aparelho que permite o teste direto no estágio e no componente defeituoso. Cr\$ 2.590,00



CENTRO DE DIVULGAÇÃO TÉCNICO ELETRÔNICO PINHEIROS S/C LTDA.

Tel.: 210-6433 VENDAS PELO REEMBOLSO AÉREO E POSTAL CAIXA POSTAL 11.205 SP CEP 01000

Preços válidos até 10/06/81

Pagamento com cheque visado ou vale postal dá direito a 5% de desconto

NOME _____

ENDEREÇO _____

CEP _____

ENVIAR: ☐ Gerador de Barras

☐ Década

☐ Mont. ☐ Kit

Aqui, você é o Rei!

Distribuidora dos kits
NOVA ELETRÔNICA.

Rua da Constituição, 59 - Rio de Janeiro
Fones.: 224-1573 e 232-4765
CEP 20060 - Cx. Postal 50017



KING'S SOUND studio

rei das válvulas

ELETRÔNICA LTDA.

TRANSISTORES E SEMICONDUTORES

RCA - IBRAPE - FAICHAIRD - PHILCO - ETC.

CAPACITORES ELETROLÍTICOS

SIEMENS - IBRAPE

VÁLVULAS DE TRANSMISSÃO

PHILIPS - NATIONAL - GE

VÁLVULAS DE RECEPÇÃO

PHILIPS - RCA - SYLVANIA - NEC

EQUIPAMENTOS DE SOM

GRADIENTE - POLIVOX

POTENCIÔMETROS

CONSTANTA - FE AD

ALTO-FALANTES

NOVIK - BRAVOX - ARLEN

RESISTORES

CONSTANTA - TELEWAT

Idéias do lado de lá

Valnice Pereira de Lima, de São Paulo, nos envia um inédito controlador de luminosidade para displays.

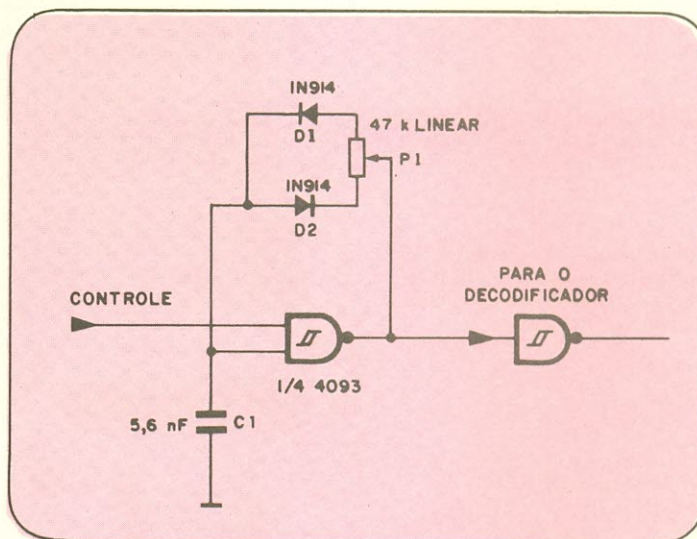
Muitas vezes, precisamos controlar a luminosidade de um display acionado por algum dos decodificadores encontrados no mercado, tal como o 9368, 9370 (ambos TTL), 4511 (CMOS), etc. Esses decodificadores só aceitam dois estados de comando: ligado e desligado.

Com este circuito podemos variar a condição de luminosidade ou brilho do *display* de acordo com a posição do potenciômetro, que altera o ciclo de trabalho do multivibrador, dando a impressão de variação linear da luz emitida, graças à persistência retiniana.

Funcionamento do circuito

O circuito é um multivibrador astável, constituído por uma única porta NE tipo Schmitt Trigger (4093). Suponhamos que, na condição inicial, o capacitor C1 esteja descarregado, o que faz a entrada da porta estar no nível "0" e a saída, em nível "1". Com isso o capacitor está sendo carregado, através de uma extremidade de P1 e do diodo D1; quando nível de tensão sobre C1 chegar ao ponto de disparo da porta, esta passará sua saída para nível "0", descarregando o capacitor através de D2 e da outra extremidade de P1. Observem que a frequência, dessa forma, mantém-se fixa, variando apenas o ciclo de trabalho do circuito.

A entrada livre da porta é usada para controlar o circuito; com um nível "1" nessa entrada, ela é ativada, ocorrendo o contrário na presença de um nível "0". A saída do circuito deve ser ligada ao pino de apagamento de *display* do decodificador.



**NA QUALIDADE E NOS PREÇOS,
NINGUÉM SUPERA A**



**Faça-nos uma consulta.
Grandioso estoque de peças
e componentes eletrônicos.**

**Comércio de
Materiais
Elétricos e
Eletrônicos Ltda.**



Rua dos Campineiros, 289 - Moóca
São Paulo - Fone: 92-1887

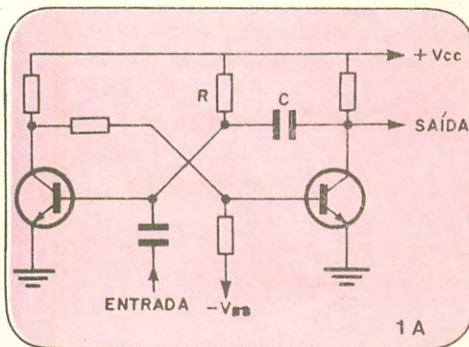
ANTOLOGIA

Os monoestáveis: 74121, 74122, 74123, 74221 e 74C221

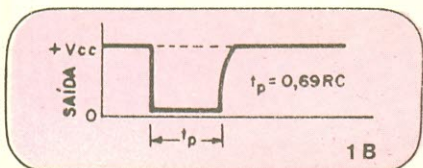
José Roberto S. Caetano

Cinco circuitos integrados de multivibradores monoestáveis, quatro da família TTL e um da família CMOS, foram selecionados para um novo artigo da série "Antologia" e um da família CMOS, foram selecionados para um novo artigo da série "Antologia". Veja como trabalhar com eles, conhecendo suas características elétricas, condições de operação e as possibilidades que oferecem.

"Monoestável" é o termo usado para denominar um tipo de circuito multivibrador que apresenta um estado estável de operação e às vezes pode assumir uma condição semi-estável. Na figura 1A você observa o circui-



to básico de um monoestável com elementos discretos. Trocando em miúdos ele funciona do seguinte modo: normalmente o circuito está num certo equilíbrio, que chamamos de estado estável; esse equilíbrio só é alterado caso ele receba um impulso no seu terminal de entrada; passará então por uma transição de duração variável segundo os valores de R e C envolvidos (veja o circuito) e voltará espontaneamente à situação anterior. A transição é o estado semi-estável, ou instável, a que nos referimos. Isso ficará claro se você observar a forma de onda típica do monoestável, na figura 1B.



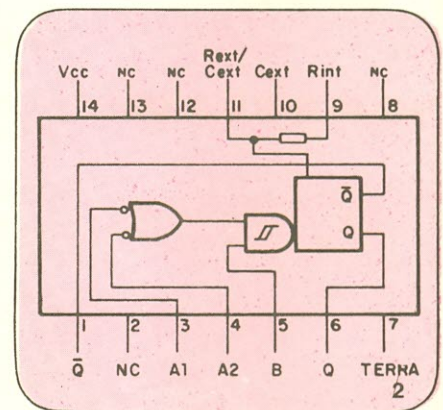
Hoje em dia é muito rara a necessidade de se montar um monoestável na forma como o apresentamos há pouco, com componentes individuais. Diversos circuitos integrados contendo um ou mesmo dois monoestáveis numa única unidade, são oferecidos em versões de tecnologia TTL e CMOS. Para efeito de pesquisa é bom saber, que nos manuais dos fabricantes, infalivelmente em inglês, você encontrará duas designações para os monoestáveis: *monostable* e *one-shot*.

Nem é preciso comentar as vantagens de se poder contar com um circuito pronto, na forma integrada: custo menor, maior confiabilidade, consumo reduzido, economia de espaço e de tempo no projeto. No caso dos CIs que compõem esta "Antologia", trata-se de alguns elementos escolhidos a dedo por sua utilidade prática comprovada e baixo preço. As informações técnicas têm como fonte os próprios manuais dos fornecedores.

74121, um monoestável com schmitt trigger na entrada

Este monoestável apresenta duas entradas comandadas nas transição negativa e uma entrada que dispara na transição positiva de um pulso, a qual pode ser usada como entrada inibidora. E fornece duas saídas complementares.

Vejam os como isso é possível. Acompanhe o raciocínio através da figura 2, com o diagrama interno e a pinagem do 74121. A possibilidade de três entradas de disparo para o monoestável, deve-se ao *schmitt-trigger* e à porta OU colocados em sua entrada. Os pulsos de disparo ocorrem



num nível particular de tensão que não se relaciona diretamente ao tempo de transição do pulso de entrada. O circuito *schmitt-trigger* permite à entrada B um disparo independente de variações nas outras entradas, com ritmos de transição lentos, na base de 1 volt/segundo, proporcionando ao circuito a excelente imunidade a ruídos típica de 1,2 V. Uma alta imunidade a ruídos provindos da alimentação (VCC), da ordem de 1,5 V, também é proporcionada pelo circuito interno.

Uma vez disparado o monoestável, suas saídas independem de transições adicionais das entradas e são função única dos componentes de temporização conectados a R_{int} , C_{ext} e R_{ext}/C_{ext} . Os pulsos de entrada podem ter qualquer duração em relação aos pulsos de saída. A largura do pulso de saída pode variar de 40 nanossegundos a 28 segundos, dependendo dos valores dos componentes de temporização. Sem a conexão de componentes externos de temporização, o resistor interno se responsabiliza por um pulso de 30 a 35 nanossegundos. Os tempos de subida e descida da saída

são compatíveis com TTL e não dependem do comprimento do pulso.

A ligação de um capacitor externo deve ser feita entre os terminais C_{ext} (positivo) e R_{ext}/C_{ext} . Para uso do resistor interno de temporização, deve-se ligar R_{int} a VCC. Para uma melhor repetibilidade e precisão na largura do pulso, é recomendável a conexão de um resistor entre VCC e R_{ext}/C_{ext} , com R_{int} em aberto.

A estabilidade na largura de pulso é obtida através de compensação interna e é virtualmente independente da alimentação e da temperatura. Na maior parte das aplicações a estabilidade da largura de pulso é influenciada apenas pela precisão dos componentes externos de temporização.

A operação livre de instabilidade mantém-se por toda a faixa de temperatura e de VCC por mais de seis décadas de capacitância de temporização (10 pF a 10 μ F) e mais de uma década de resistências de temporização (2 k Ω a 40 k Ω). Ao longo de todos estes valores, a largura de pulso é definida pela relação $t \approx 0,7 C_{ext} RT$. Em circuitos onde o corte do pulso não seja crítico, uma capacitância de temporização de até 1000 μ F e resistência tão baixa como 1,4 k Ω poderão ser empregados. Além disso, a faixa de larguras de pulso livres de instabilidade amplia-se quando VCC é mantido em 5 volts e a temperatura ambiente fica em 25 °C. Ciclos de trabalho de até 90% podem ser conseguidos

Tabela I

	MIN	NOM	MÁX	Unidade
alimentação	4,75	5	5,25	volt
corrente de saída a nível alto			- 400	μ A
corrente de saída a nível baixo			16	mA
ritmo de ascensão ou queda do pulso de entrada		1 (ent. B) 1 (ent. A1 e A2)		V/s V/ μ s
resistência externa de temporização R_{ext}	1,4		40	k Ω
capacitância externa de temporização C_{ext}	0		1000	μ F
ciclo de trabalho			90	%
temperatura ao ar livre	0		70	°C

usando o RT máximo recomendado. E ciclos de trabalho ainda maiores também são obtíveis se for possível tolerar uma certa instabilidade na largura do pulso.

Observe agora na tabela I as condições de operação recomendadas para o 74121.

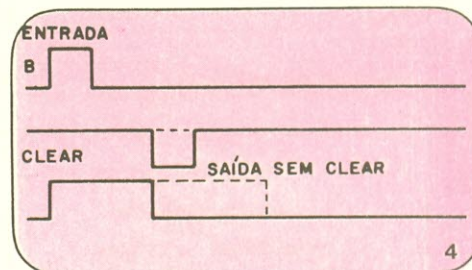
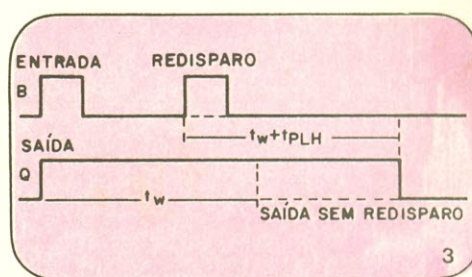
74122 e 74123, monoestáveis redispáveis

A característica de redisparo do 74122 e do 74123 é o que distingue estes dois circuitos multivibradores. O significado disso é o seguinte: uma vez disparado o circuito, a largura de pulso básica pode ser estendida pela aplicação de um novo pulso à entrada ativa no nível baixo (A) ou à entrada ativa no nível alto (B). É o que mostra a figura 3, comparando as formas de onda na entrada e na saída sem e com a aplicação do pulso chamado de *redisparo*.

O mesmo expediente pode ser usado para reduzir a largura do pulso de saída depois de dado o disparo. Desta vez o pulso deve ser dado ao terminal de apagamento (*clear*) do dispositivo, fazendo-o retornar à condição estável mais cedo. Observe na figura 4 as formas de onda que representam esta sequência.

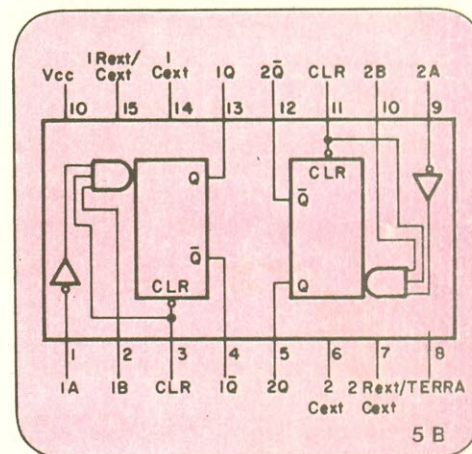
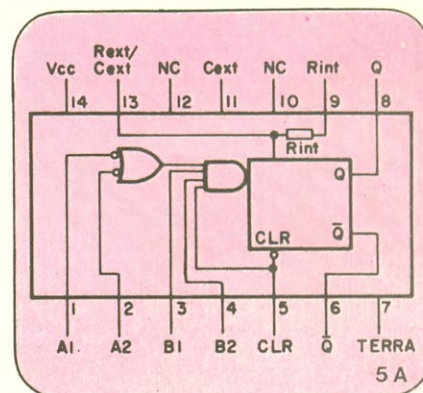
A diferença entre o 74122 e o 74123 fica clara com a figura 5, que mostra o diagrama interno com a pinagem dos dois integrados. O 74122 é um dispositivo simples com *schmitt-trigger* na entrada, contido numa cápsula de 14 pinos. O 74123 é uma versão dupla, também com *schmitts* nas entradas, encapsulado em DIP de 16 pinos.

Tanto o 122 como o 123 proporcionam uma histerese do *schmitt-trigger* suficiente para manter um disparo



de ser usado o resistor interno de temporização, fazendo-se uma ligação entre os pinos R_{int} e VCC. Para uma melhor repetibilidade e maior precisão da largura de pulso, o resistor externo entre R_{ext}/C_{ext} e VCC, deve ser ligado com R_{int} em aberto. As condições de operação recomendadas para ambos os dispositivos estão reunidas na tabela II.

A tensão de entrada em nível alto é de 2 V e em nível baixo é de 0,8 V, para



na entrada B, livre de instabilidade, com ritmos de transição tão lentos como 0,1 milivolt por nanossegundo.

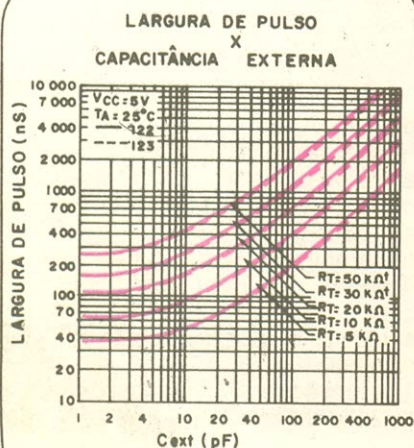
Como no caso do dispositivo anterior, pode ser ligado um capacitor externo de temporização entre C_{ext} e R_{ext}/C_{ext} e um resistor entre R_{int} ou R_{ext}/C_{ext} e VCC. No caso do 74122, po-

Tabela II

	MAX	NOM	MIN	Unidade
alimentação	4,75	5	5,25	volt
corrente de saída em nível alto			-800	μA
corrente de saída em nível baixo			16	mA
largura do pulso	40			ns
R_{ext}	5		50	k Ω
C_{ext}	sem restrição			
temperatura ambiente	0		70	$^{\circ}C$

a um nível que não está diretamente relacionado ao tempo de transição do pulso de entrada. O circuito *schmitt-trigger* da entrada B permite um disparo livre de instabilidade com ritmos de transição que podem ser de até 1 volt/segundo, proporcionando ao dispositivo a excelente imunidade a ruído de 1,2 volts. Além da também elevada imunidade a ruído da fonte, tipicamente 1,5 V.

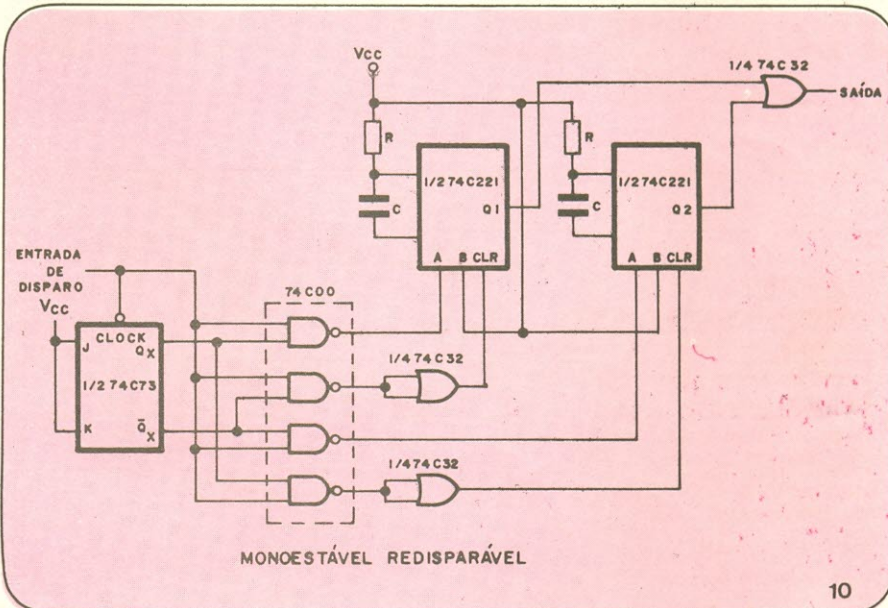
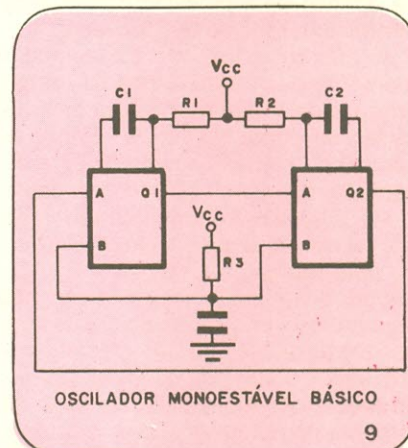
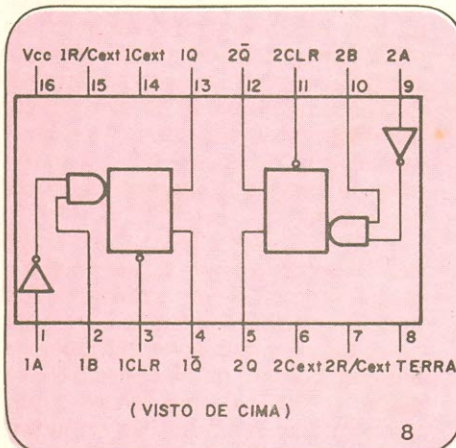
Depois de disparado o monoestável, suas saídas independem de novas transições das entradas A e B, e são função dos componentes de temporização, ou podem ser interrompidas



ambos os tipos. Na saída, a tensão fica entre 2,4 e 3,4 volts para o nível "1", e entre 0,2 e 0,4 volt para o nível "0". As larguras de pulso típicas para ambos são indicadas pela figura 6, para valores diversos de capacitância e resistência de temporização.

74221, duplo monoestável com entradas de schmitt-trigger

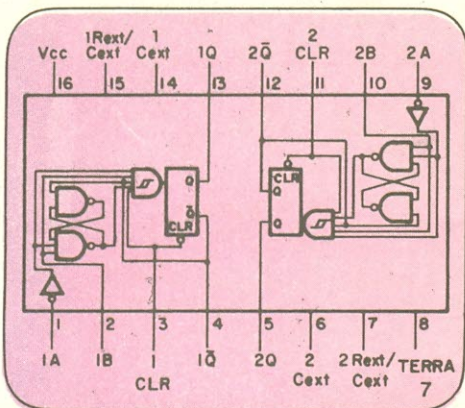
O dispositivo 74221 compõe-se de dois multivibradores monoestáveis (fi-

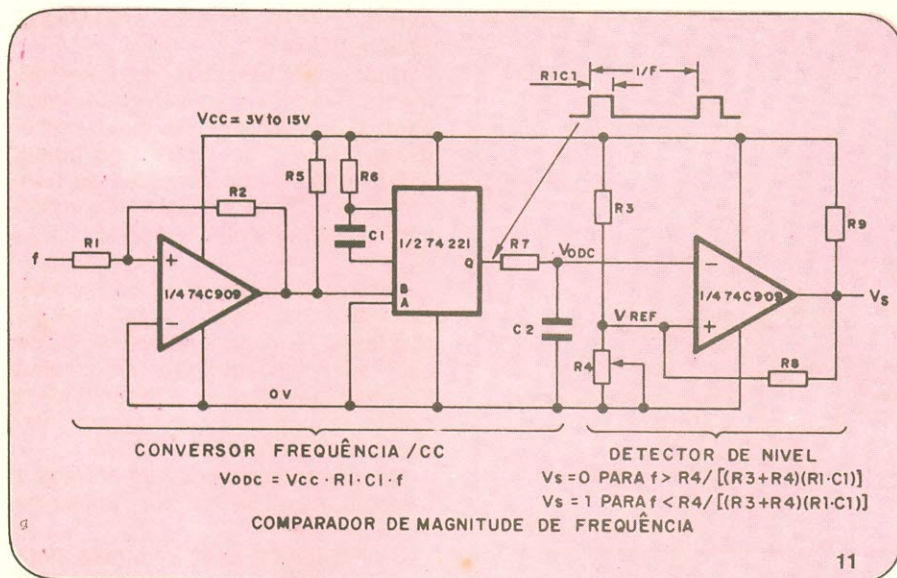


gura 7) com características de funcionamento idênticas àsquelas do 74121. Cada multivibrador possui uma entrada de disparo na transição negativa e uma entrada de disparo na transição positiva, qualquer das quais podendo ser usada como uma entrada inibidora.

O disparo do pulso de saída ocorre

pelo terminal de apagamento. Os pulsos de entrada podem ser de qualquer duração relativa ao pulso de saída. O comprimento do pulso de saída pode variar de 35 nanossegundos até o máximo de 28 segundos, com os valores convenientes. Os tempos de subida e queda da saída são compatíveis com os níveis TTL e não dependem da lar-





gura do pulso.

A estabilidade da largura de pulso é obtida através de compensação interna e é virtualmente independente da alimentação e da temperatura. Na maioria das aplicações, a estabilidade do pulso é limitada somente pela precisão dos componentes externos de temporização.

A operação livre de instabilidade

mantém-se por toda a faixa de temperatura e de alimentação, para mais de seis décadas de capacitâncias de temporização (10pF a 10 μ F), e mais de uma década de resistências de temporização (2 k Ω a 40 k Ω). Ao longo de todos esses valores, a relação que define a largura de pulso mantém-se inalterada: $t \approx 0,7 \cdot C_{ext} \cdot R_{ext}$. Em circuitos onde o corte do pulso não seja



**O MAIOR
DISTRIBUIDOR
DE
COMPONENTES
DO BRASIL**

Rua Aurora, 165 - SP
 Fone: 223-7388 r. 2

MICROPROCESSADORES TRS80 INTERFACE CM80

Rádio Móvel Marítimo VHF e HF YAESU

Toda a linha SSB, UHF e VHF

Wattímetro, Cargas Bird e Drake

Frequencímetros YAESU

Instrumentos B&K

Antenas Móveis

Manipuladores

TK3-IK4

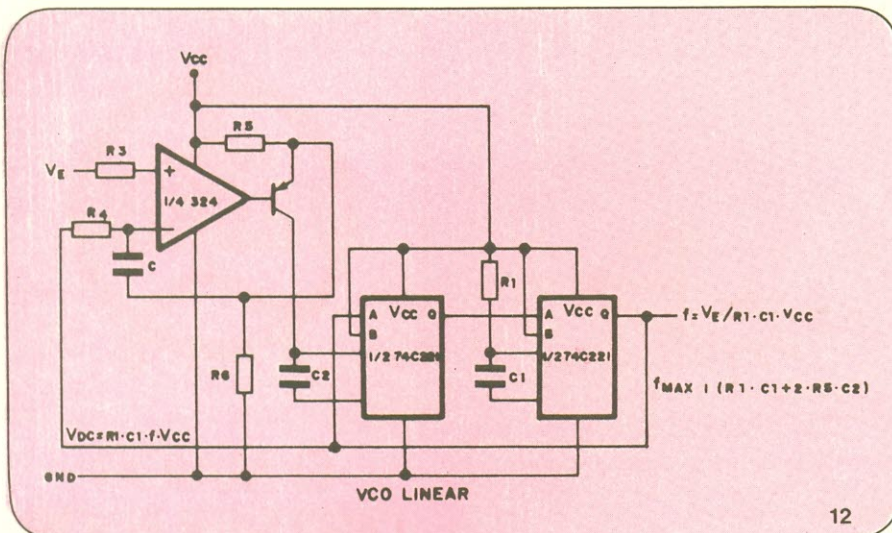
Pelo Melhor Preço



TS-130

Comercial Bezerra Ltda
KIT'S NOVA ELETRÔNICA COMPONENTES

MANAUS - RUA COSTA AZEVEDO, 139 - FONE.: 232-5363 - TELEX: 0222-456



tão crítico, pode-se até usar uma resistência mais baixa, 1k4 ohms, e um capacitor de até 1000 μ F. Ainda mais, a faixa de larguras de pulso não influenciadas por instabilidades pode ser estendida desde que VCC seja retido em 5 volts e a temperatura ambiente em 25°C. Ciclos de trabalho de até 90% podem ser alcançados quando empregado o RT máximo recomendado. E ciclos ainda maiores também são possíveis se uma certa quantidade de instabilidade na largura do pulso for tolerável.

As condições de trabalho recomendadas são praticamente as mesmas do monoestável 74121, expostas na tabela I, exceto a máxima corrente de saída a nível alto que passa a ser — 800 μ A.

74C221, monoestável duplo CMOS

O 74C221 (figura 8) é um circuito integrado MOS complementar com dois multivibradores monoestáveis. Cada um dos multivibradores contém entradas de disparo na transição negativa e na positiva, que podem ser usadas co-

mo entradas inibidoras, e uma entrada de apagamento.

Suas características de funcionamento são semelhantes às que vimos para os dispositivos TTL que o precederam, quanto ao disparo do pulso, estabilidade e componentes de temporização. Mas, a largura de pulso agora é definida pela relação $t = R_{ext} C_{ext}$.

A faixa de temperatura amplia-se: de -40 °C a +85°C. A faixa de alimentação também estende-se, vai de 4,5 V a 15 V, chegando a um máximo absoluto de 18 volts. A imunidade a ruídos depende do valor da alimentação, define-se por 0,45 VCC.

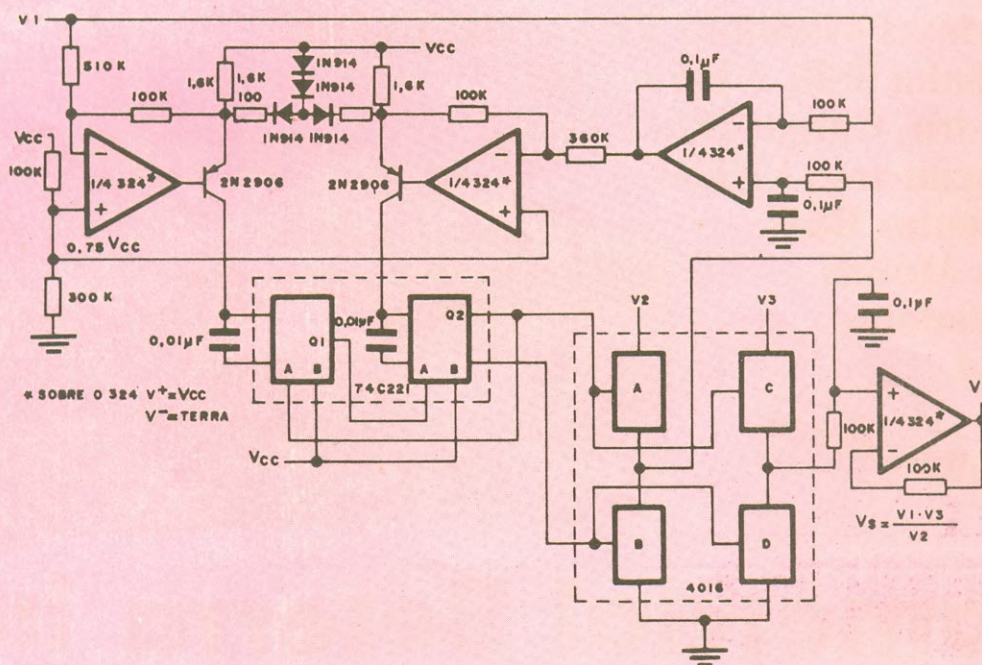
Os valores da tensão de entrada e saída também variam em função de VCC.

O nível lógico alto na entrada, para VCC = 5,0 V é 3,5 V, no mínimo; para VCC = 10 V é de 8,0 V no mínimo. O zero lógico na entrada com VCC = 5,0 V é 1,5 V no máximo; com VCC = 10 V é 2,0 V no máximo.

O nível lógico "1" na saída com VCC = 5,0 V é 4,5 V no mínimo e 9,0 V para VCC = 10 V. O zero lógico com VCC = 5,0 V é 0,5 V no máximo e 1,0 V com VCC = 10 V.

Agora, veja nas figuras 9 a 13, alguns circuitos de aplicação típica para o 74C221, sugeridos por um dos fabricantes.

A opção é sua.



DIVISOR / MULTIPLICADOR ANALÓGICO

COMPONENTES

TDA 2030

Amplificador de áudio de alta fidelidade, com 12 watts de potência, proteção contra curto-circuito e limitação térmica

O TDA 2030 é um circuito integrado monolítico encapsulado na embalagem Pentawatt (veja figura); que visa o uso como amplificador classe "B" em baixas frequências. Tipicamente, ele proporciona 14 watts de saída a ± 14 V/4 Ω ; a ± 14 V a potência de saída ga-

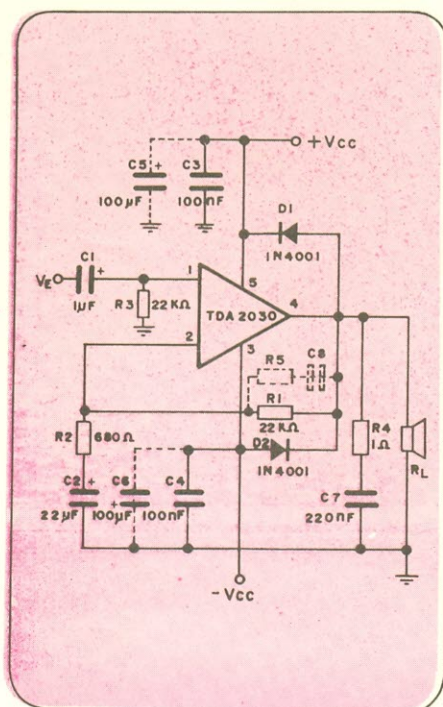
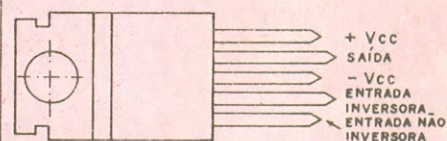
rantida é de 12 W sobre carga de 4 ohms e 8 W sobre carga de 8 ohms. O TDA 2030 fornece uma alta corrente de saída (até 3 A) e tem baixa distorção harmônica e de **cross-over**. Além disso, inclui um sistema de proteção contra curto-circuitos, contendo um

arranjo para limitar automaticamente a potência dissipada, bem como manter o ponto de trabalho dos transistores de saída dentro de sua área segura de operação. Também inclui um sistema convencional de limitação térmica.

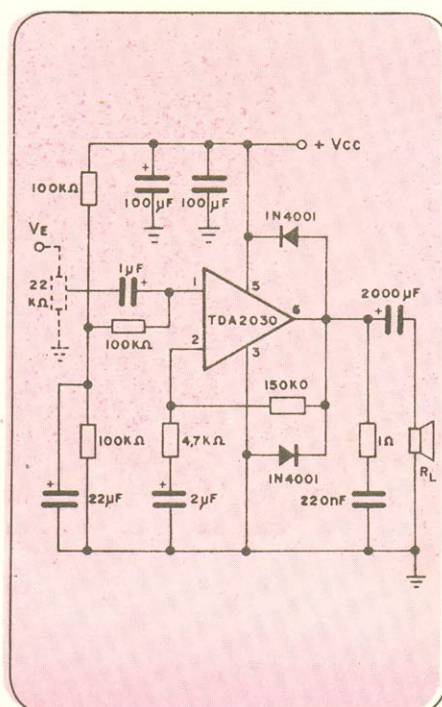
Valores Máximos Absolutos

V_{CC}	tensão alimentação	± 18 V
V_E	tensão de entrada	VCC
V_D	tensão diferencial de entrada	± 15 V
I_S	corrente de pico de saída (internamente limitada)	3,5 A
P_T	potência dissipada e $T_{cap} = 90^\circ\text{C}$	20 W
T_j	temperatura da junção e de armazenamento	40°C a 150°C

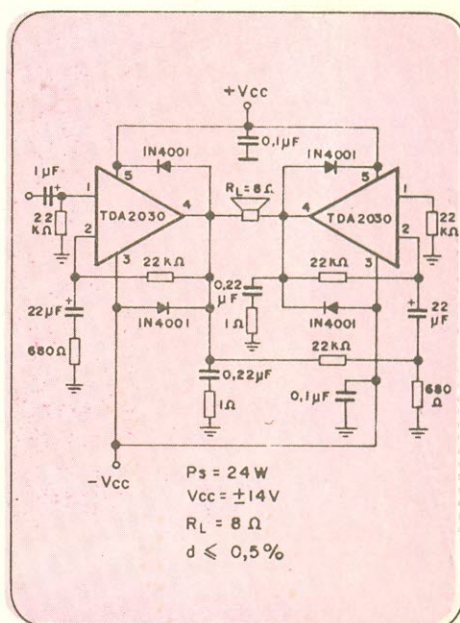
DIAGRAMA DE CONEXÕES (VISTO DE CIMA)



Amplificador típico com fonte dupla.



Amplificador típico com fonte simples.



Configuração em ponte típica do amplificador com fonte dupla.

Características Elétricas (relacionadas ao circuito de teste; $V_{CC} = \pm 14$ V; $T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$, a não ser onde especificado diferentemente)

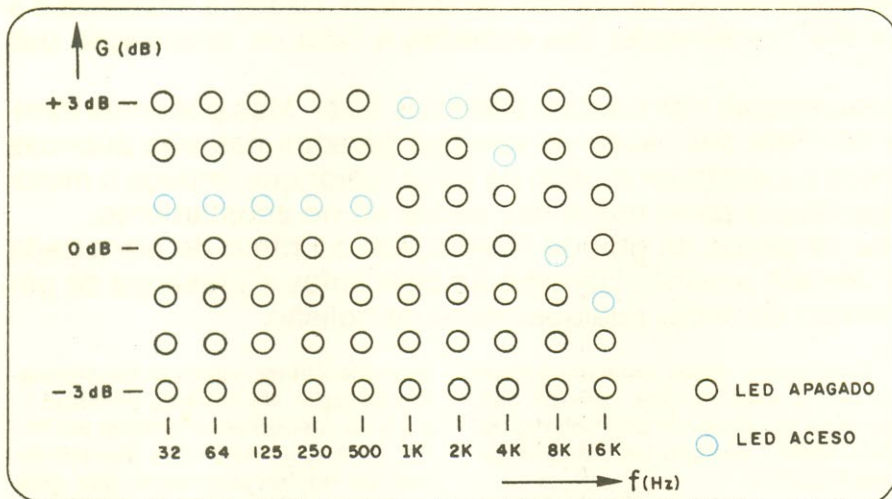
Parâmetro	Condições de teste	MIN	TIP	MAX	Unidade
VCC alimentação		± 6		± 18	V
I_D corrente drenada quiescente	$V_{CC} = \pm 18$ V	40	60		mA
I_P corrente de polarização		0,2	1		μA
V_E (off) tensão offset de entrada		± 2	± 20		mV
I_E (off) corrente offset de entrada		± 20	± 200		nA
V_S (off) tensão offset de saída		$\pm 2,5$	± 22		mV
P_S potência de saída	$d = 0,5\%$ $G_V = 30$ dB $f = 40$ a 15000 Hz $R_L = 4\Omega$ $R_L = 8\Omega$	12 8	14 9		W W
	$d = 10\%$ $G_V = 30$ dB $f = 1$ kHz $R_L = 4\Omega$ $R_L = 8\Omega$		18 11		W W
d Distorção	$P_S = 0,1$ a 12 W $R_L = 4\Omega$ $G_V = 30$ dB $f = 40$ a 15000 Hz		0,2	0,5	%
	$P_S = 0,1$ a 8 W $R_L = 8\Omega$ $G_V = 30$ dB $f = 40$ a 15000 Hz		0,1	0,5	%
V_E sensibilidade de entrada	$G_V = 30$ dB $f = 1$ kHz $P_S = 12$ W $R_L = 4\Omega$ $P_S = 8$ W $R_L = 8\Omega$		215 250		mV mV
B Resposta em frequência (-3 dB)	$G_V = 30$ dB $P_S = 12$ W $R_L = 4\Omega$		10 a 140000		Hz
R_E resistência de entrada	$f = 1$ KHz	0,5	5		M Ω
G_V ganho de tensão (malha aberta)			90		dB
G_V ganho de tensão (malha fechada)			30		dB
V_R ruído de tensão na entrada	B (-3 dB) do equipamento de teste = 10 a 25000 Hz $R_L = 4\Omega$		3	10	μV
I_R ruído de corrente na entrada			80	200	pA
RVCC rejeição da alimentação	$R_L = 4\Omega$ $G_V = 30$ dB $R_g = 22$ k Ω $V_{ripple} = 0,5$ V_{ef} $f_{ripple} = 100$ Hz	40	50		dB
I_D corrente drenada	$P_S = 14$ W $R_L = 4\Omega$		900		mA
	$P_S = 9$ W $R_L = 8\Omega$		515		mA
limitação térmica da cápsula	$P_t = 12$ W	110			$^{\circ}\text{C}$

O Problema é Seu

Paulo Nubile

Um analisador de espectro discreto, com matriz de LEDs, como aquele descrito na seção prática desta revista, apresenta a seguinte configuração:

Corrija tudo o que estiver errado na frase abaixo:



"Testei meu aparelho de som com o analisador de espectro. O sistema mostrou boa linearidade nas frequências baixas, mas acima dos 500 Hz os problemas surgiram. Nas frequências altas as perdas são sensíveis. Se eu puxar o controle de graves para o máximo talvez as coisas melhorem.

Mesmo assim, as frequências médias estão muito amplificadas. Quanto a isso, só se eu usar um equalizador gráfico.

Por exemplo, nesta música que está tocando parece que só existe o baixo; a flauta nem aparece e eu sei que nesta música tem o Altamiro Carrilho esmerilhando um bolero."

Anastácio

Solução do número anterior —
Circuito C

ASSINATURA GRÁTIS! JORNAL "CORREIO DA ELETRÔNICA"

O "CORREIO DA ELETRÔNICA" É DISTRIBUÍDO
MENSAL E GRATUITAMENTE AOS FÃS DA
ELETRÔNICA. PARA RECEBÊ-LO, ESCREVA,
SOLICITANDO ASSINATURA GRATUITA E MENSAL À

EDITORA CULTURA E LAZER
RUA VITÓRIA, 210, CONJUNTO 05
CEP 01210 — SÃO PAULO — SP

ESTA OFERTA NÃO É VÁLIDA PARA SÃO PAULO — CAPITAL

CITE, NA CARTA, HAVER VISTO ESTE ANÚNCIO NA REVISTA NOVA ELETRÔNICA.

Luz de emergência para carros

Equipe técnica Nova Eletrônica

Nem é preciso comprar um jornal ou assistir televisão para constatar o número alarmante de acidentes de trânsito. Basta sair por uma estrada qualquer e durante o caminho você achará algum desastre. Isso se você não for vítima de um.

Existem várias causas responsáveis por acidentes de trânsito. Desde a imperícia e a negligência dos motoristas até a má conservação das estradas e falta de sinalização das mesmas.

Quanto às estradas e aos motoristas nós poucos podemos fazer. Mas podemos diminuir o número de acidentes que ocorrem por causa de veículos parados nas vias públicas por defeito do motor, troca de pneus ou qualquer motivo de força maior que impeça o motorista de prosseguir viagem, obrigando-o a parar numa das pistas ou no acostamento.

A luz de emergência emite lampejos de grande intensidade ao ritmo de um a cada dois segundos. Dessa forma, os demais usuários perceberão bem antes a presença de um veículo parado na pista e terão tempo de evitar qualquer risco de colisão.

Para construir a luz de emergência para carros partimos dos seguintes dados:

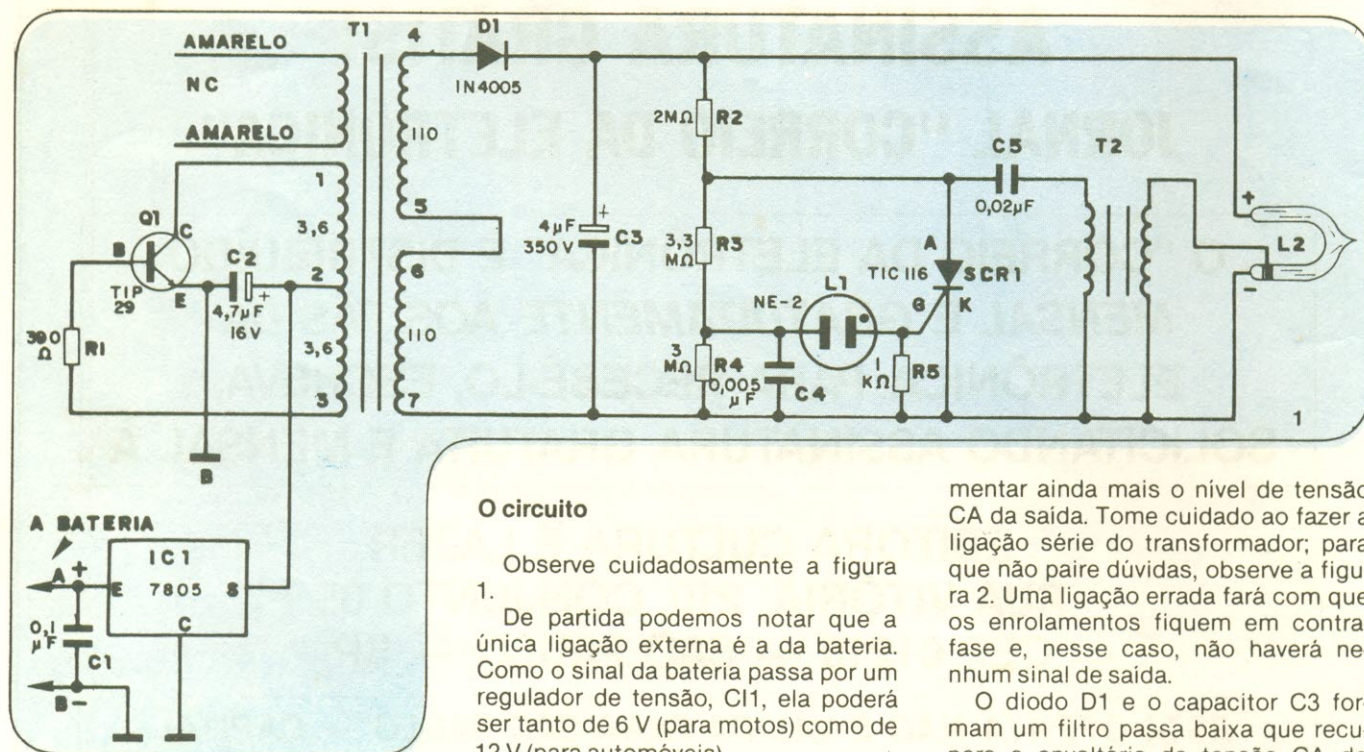
1) Num carro não dispomos de um nível CC elevado o suficiente para disparar uma lâmpada flash.

2) A intensidade de luz de cada flash deve ser suficiente para ser percebida, no mínimo, a um quilômetro de distância.

Com esses dados pensamos num circuito o mais simples possível que pudesse ser adaptado ao invólucro do DIGITEMPO, vendido separadamente pela FILCRES.

O transformador também é o usado no kit do DIGITEMPO, mas como veremos, qualquer outro transformador dentro das especificações poderá ser usado.

de modo a atuar como um transformador elevador. Na entrada, terminais 1, 2 e 3; há um oscilador formado por R1, Q1, L1 e L2 (indutâncias dos enrolamentos do transformador) que gera um sinal senoidal de baixa frequência de mais ou menos 6 V pico a pico. Essa tensão é elevada para 200 V pico a pico no secundário. Os dois enrolamentos são ligados em série para au-



Circuito elétrico completo da Luz de Emergência para carros.

O circuito

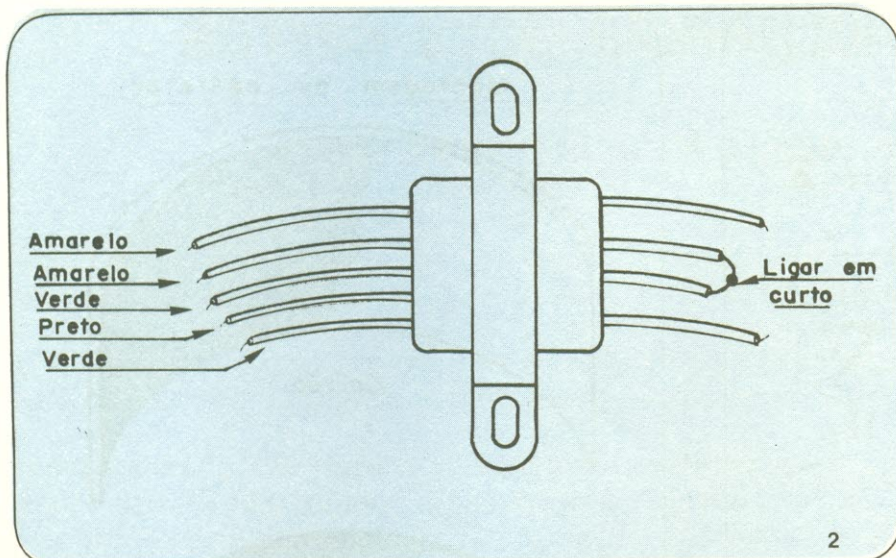
Observe cuidadosamente a figura 1.

De partida podemos notar que a única ligação externa é a da bateria. Como o sinal da bateria passa por um regulador de tensão, CI1, ela poderá ser tanto de 6 V (para motos) como de 12 V (para automóveis).

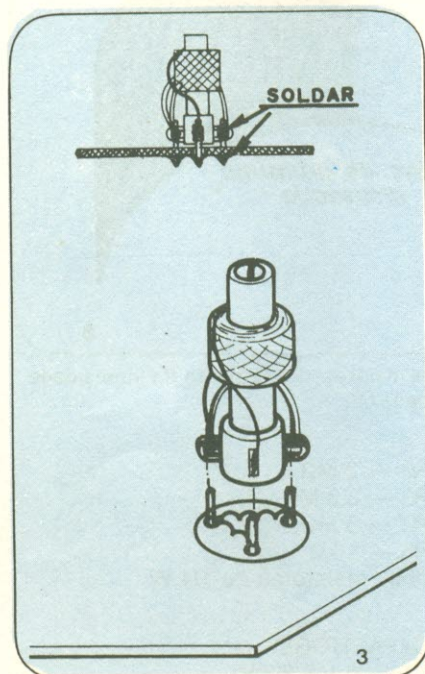
O transformador do DIGITEMPO é usado do secundário para o primário

mentar ainda mais o nível de tensão CA da saída. Tome cuidado ao fazer a ligação série do transformador; para que não paire dúvidas, observe a figura 2. Uma ligação errada fará com que os enrolamentos fiquem em contra-fase e, nesse caso, não haverá nenhum sinal de saída.

O diodo D1 e o capacitor C3 formam um filtro passa baixa que recupera a envoltória da tensão CA do ponto 4 do transformador, de forma a gerar assim uma tensão CC elevada o



Transformador usado no Digitempo e aproveitamento nesta montagem.



Ligações do transformador T2.

suficiente para disparar a lâmpada flash.

Essa tensão polariza também o anodo do SCR. Os componentes R3, R4, C4, L1, R5, SCR1, C5 e T2 formam o circuito de disparo da lâmpada L2.

A lâmpada L1 é uma lâmpada neon cuja tensão de disparo é da ordem de 50 a 70 V. Suponha inicialmente que o capacitor C4 esteja descarregado. Nesse caso, a lâmpada neon apresenta alta resistência e o terminal gate do SCR não recebe nenhuma corrente. Esse estado corresponde à lâmpada L2 apagada.

Quando C4 atinge a tensão de disparo de L1, um pulso é enviado ao gate do SCR. A tensão entre anodo e ca-

todo cai bruscamente e um pulso de alta corrente é enviado a L2 via C5 e T2. Esse estado corresponde à ocorrência de um flash.

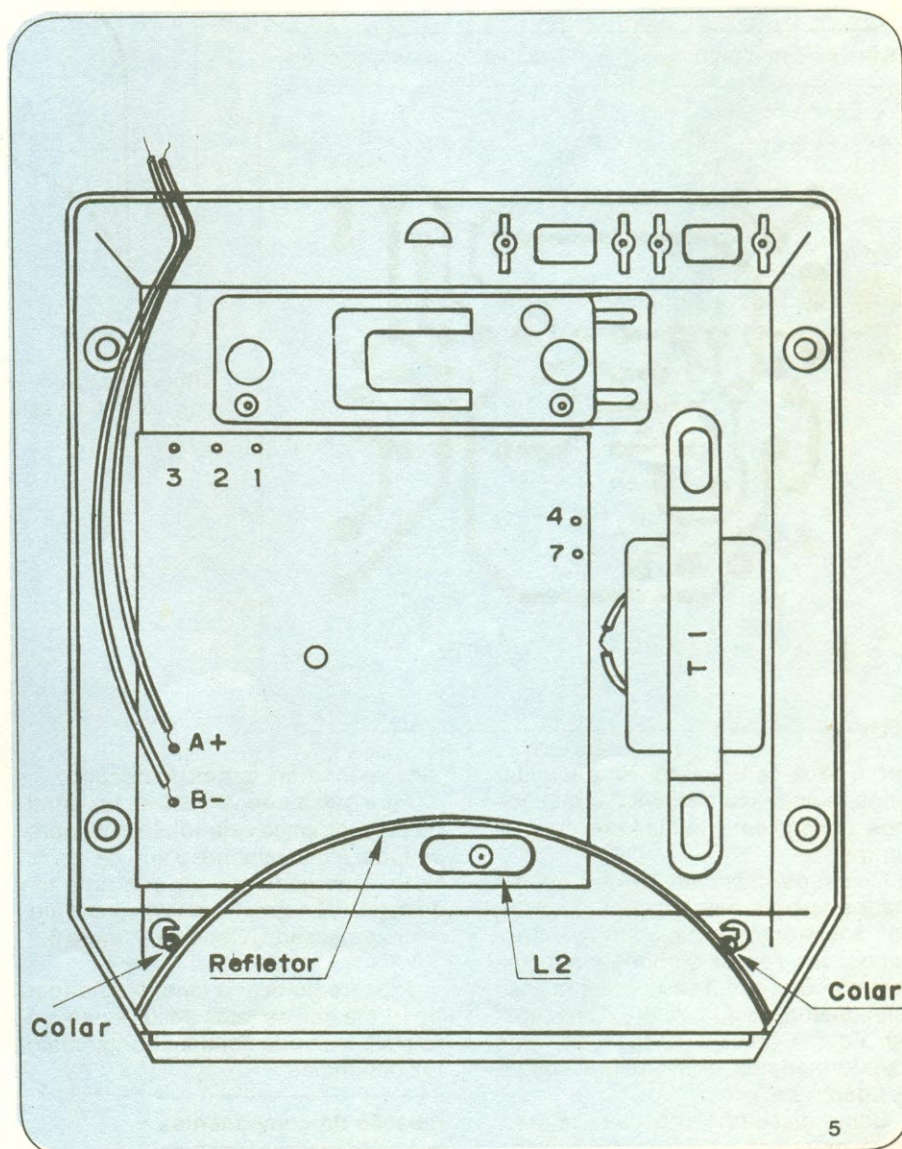
A corrente exigida pelo flash descarrega C4 e C3, cortando o SCR.

Um novo pulso só é enviado à lâmpada quando o processo de carga e descarga de C4 se repetir. Ajustamos os valores da constante de tempo C4 (R3 + R2) para que ocorra um pulso a cada dois segundos, ou seja, numa frequência de 0,5 Hz.

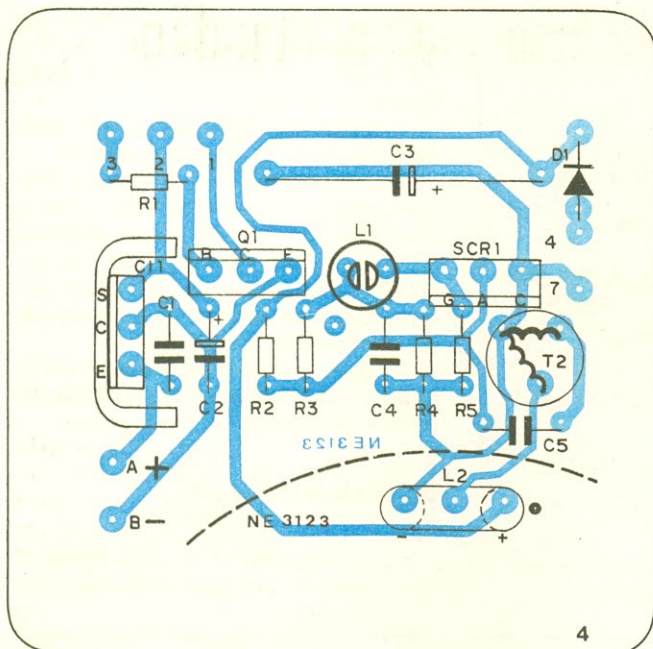
A figura 3 mostra como deve ser ligado o transformador T2 à placa do circuito impresso.

Detalhes de montagem

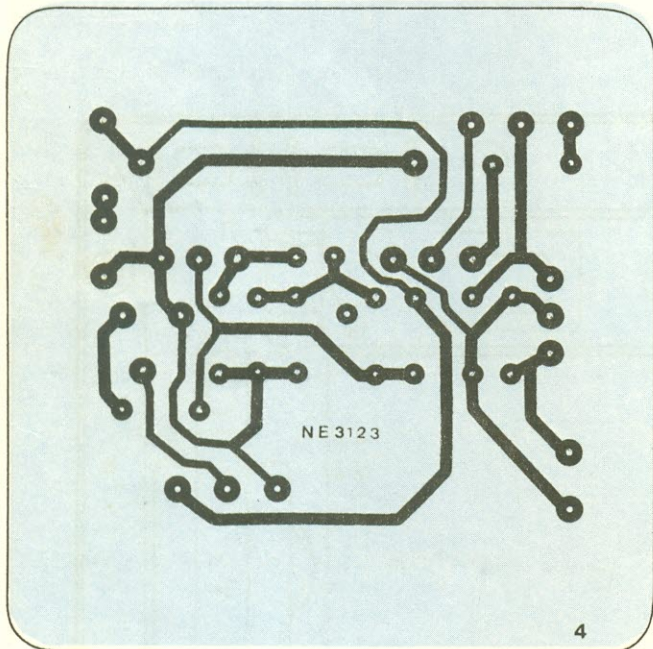
Você pode observar pela figura 4 que o circuito impresso deste circuito



Disposição das várias partes do circuito no invólucro do Digitempo.



Chapa do circuito impresso vista pelo lado dos componentes.



não é nada complicado. Para facilitar ainda mais o seu trabalho, apresentamos a chapa em sua face dos componentes.

Cuidados especiais devem ser tomados apenas nas ligações do SCR, do transistor e dos capacitores eletrolíticos, que são os componentes cuja inversão de terminais implica no não funcionamento do circuito. Caso houver alguma dúvida nas ligações dos transformadores, consulte novamente as figuras 2 e 3.

Como dissemos, o circuito impresso já montado pode ser acomodado ao invólucro do kit Digitempo. A figura 5 dá, em planta, os detalhes de dispo-

sição das várias partes do circuito.

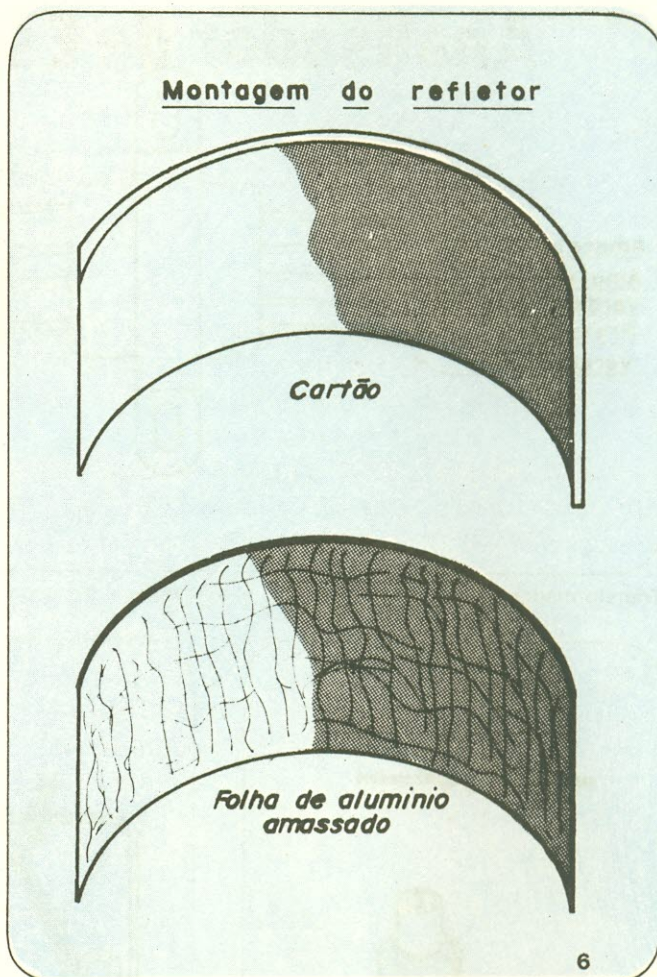
Para que a intensidade da luz emitida pela lâmpada seja totalmente aproveitada, é conveniente o uso de um refletor, que nada mais é que uma tira de cartão côncava forrada de papel alumínio amassado. Observe a figura 6.

Procure colocar a lâmpada no foco de forma que os raios de luz saiam paralelos. Isso possibilitará atingir maiores distâncias.

Relação de componentes

RESISTORES
R1 — 390 Ω

Montagem do refletor



Refletor de alumínio para maior aproveitamento da intensidade de luz emitida pela lâmpada L2.

R2 — 2 M Ω
R3 — 3,3 M Ω
R4 — 3 M Ω
R5 — 1 k Ω
Obs.: resistores de 1/4 W

CAPACITORES
C1 — 0,1 μ F/200V
C2 — 4,7 μ F/16V
C3 — 4 μ F/350V
C4 — 0,005 μ F/200V
C5 — 0,02 μ F/200V

TRANSFORMADORES
T1 — 3,6/3,6 — 220V
T2 — transformador p/ lâmpada xenon (300V/5000V)

LÂMPADAS
L1 — NE-2 (neon)
L2 — lâmpada xenon

SEMICONdutoRES
Q1 — TIP 29
SCR1 — TIC 116
CL1 — 7805

Analizador de Espectro para Audio

PARA MONTADORES EXPERIENTES

Equipe técnica Nova Eletrônica

Quantos de nós, técnicos e e aficcionados em eletrônica, possuem um osciloscópio em casa? Certamente a minoria. No Brasil o osciloscópio é um artigo de luxo.

Se já é assim com o osciloscópio, que dirá com o analisador de espectro? Embora seja um instrumento de inegável utilidade nos sistemas de áudio, são poucos os bem nascidos que podem possuí-lo. O pessoal do laboratório pensou um pouco e chegou a uma conclusão brilhante:

"Não é preciso um tubo de raios catódicos para que possamos avaliar a performance em frequência de um sistema de reprodução de som."

E dessas elocubrações surgiu o analisador de espectro discreto, com indicação por matriz de LEDs (em substituição ao tubo de raios catódicos).

Além disso, trata-se de um instrumento de fácil construção, com componentes adequados à realidade de mercado brasileiro.

Não há sistema de reprodução de som que seja perfeitamente plano, isto é, da cápsula magnética até o ambiente onde está sendo reproduzido o som, não há uma perfeita linearidade quanto à intensidade do sinal que atinge os ouvidos. Quantos de nós já não nos decepcionamos quando, ao chegar em casa com nosso equipamento de som e ao instalá-lo, descobrimos que o som que antes havíamos ouvido na loja, com o mesmo equipamento, era muito melhor? Acontece que muitas vezes procuramos comprar o melhor equipamento pensando, talvez, num milagre sonoro, instalando-o numa sala (numa sala de estar ou mesmo num quarto), sem se preocupar com o tratamento acústico da mesma.

Como solução temos duas opções:

1 — A de tratar adequadamente o ambiente; mas aí temos outro problema: podemos tomar muitas broncas da patroa tentando mover móveis, tirá-los, ou até acrescentá-los.

2 — Desembolsar mais alguns cruzeirinhos do bolso e comprar um

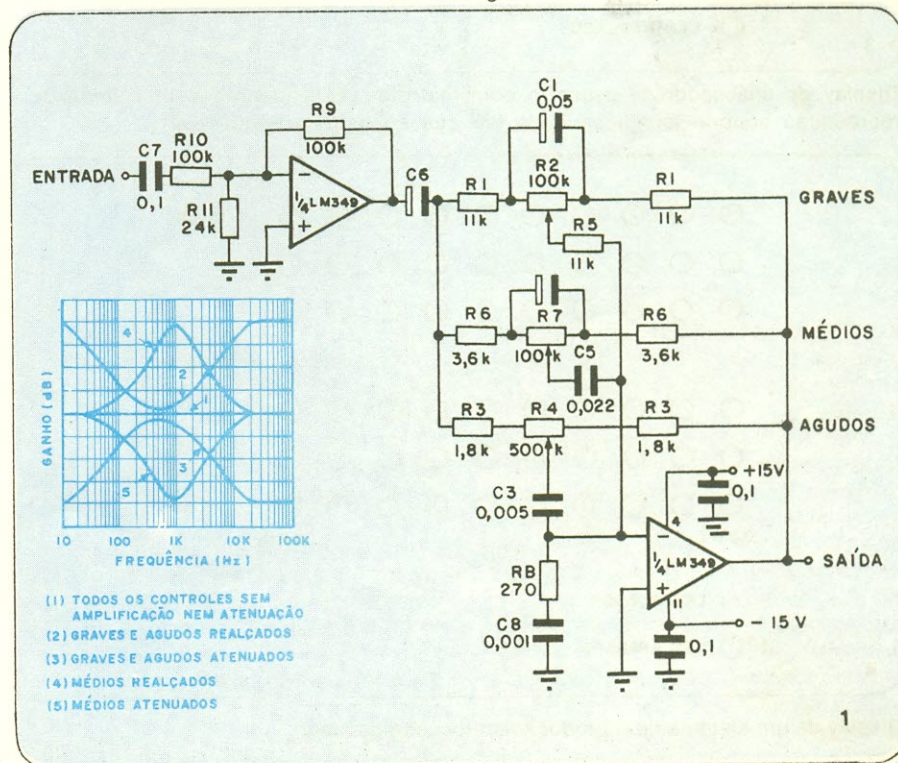
equalizador gráfico. Com este podemos compensar qualquer reforço ou absorção na resposta global do sistema, possibilitando uma audição plana para todas as frequências audíveis.

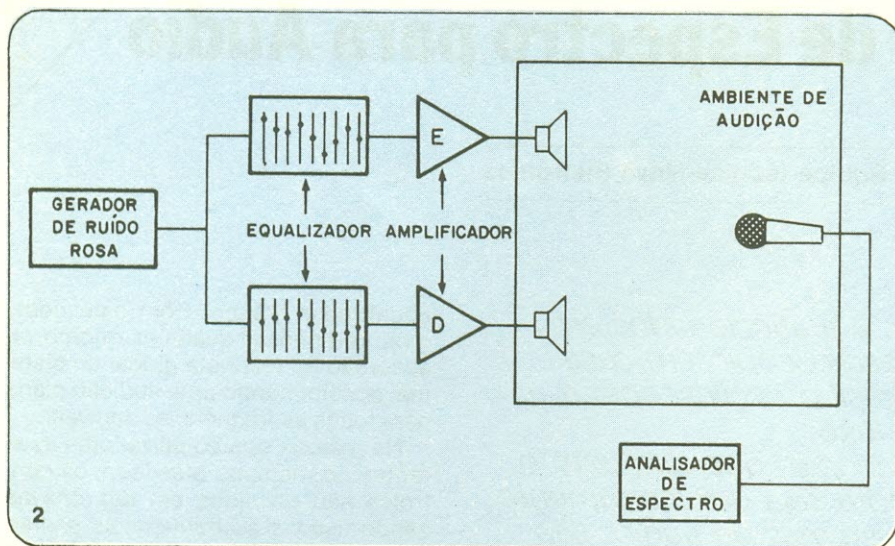
Na maioria dos equalizadores existentes no mercado brasileiro, os controles são divididos em dez oitavas sendo usadas as frequências padrão 32Hz, 64 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz e 16 kHz.

Antes de entrarmos no assunto proposto (construção de um analisador de espectro) vamos dar ao leitor uma idéia mais aprofundada do que seja e para que serve um equalizador de ambiente.

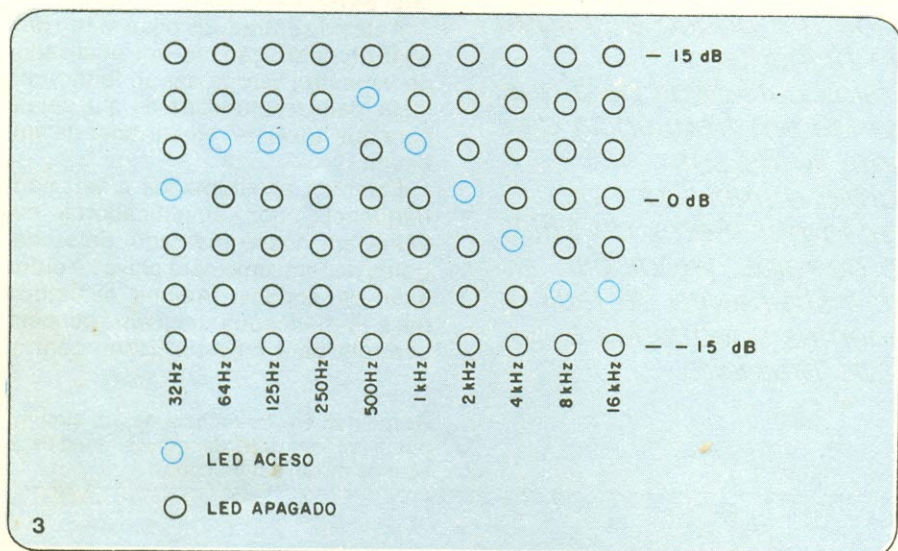
Estamos acostumados a ver, com frequência, nos amplificadores comuns em nosso mercado, dois controles de tom, uma para graves e outro para os agudos. Alguns aparelhos mais sofisticados incluem também controle para médios. Esses contro-

Respostas em frequência de um circuito típico de controle de graves, médios e agudos de um amplificador.

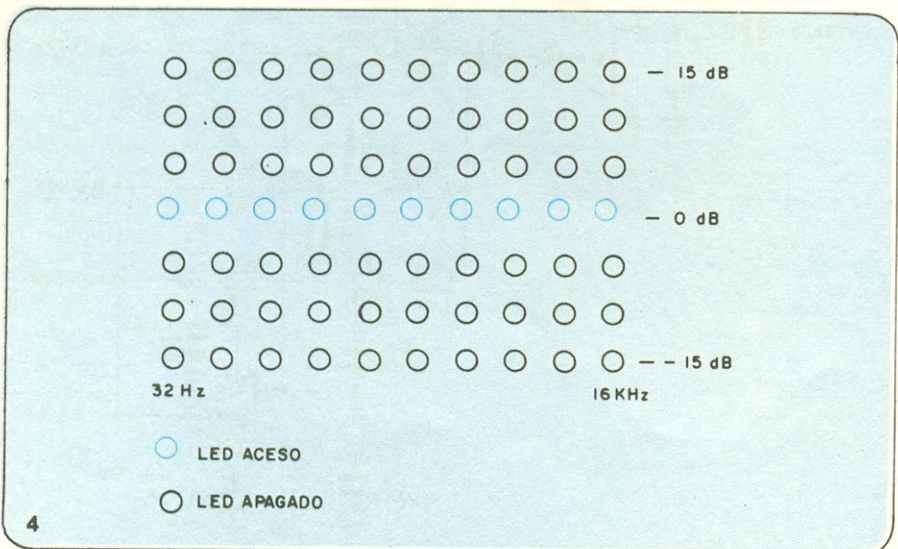




2 Analisador de espectro analisando um sistema de reprodução de som.



3 Display de analisador de espectro com matriz de LEDs mostrando um sistema de reprodução sonora sem linearidade em sua resposta em frequência.



4 Display de um sistema de reprodução sonora compensado.

les costumam ter uma curva de atuação típica, como mostra a figura 1.

Notem que há certas frequências em que a atuação desses controles não é muito eficiente; pior ainda no caso de apenas dois controles. Um equalizador de ambientes consiste em um controle de tonalidade não só para os graves e agudos, mas que cobre todas as frequências audíveis. Temos, assim, um controle bem mais flexível que no caso anterior. Podemos, por exemplo, destacar certo cantor ou instrumento situados entre os dois extremos da faixa, atenuar certas ressonâncias do ambiente ou acentuar frequências absorvidas pelo mesmo ambiente.

Com o equalizador de ambientes temos condições de "mexer" no som a nosso gosto e conveniência.

Se você deseja apenas "mexer" no som utilizando um equalizador, pode pular de artigo. Mas se você deseja ir mais além e conseguir uma resposta plana para o seu ambiente de audição, conseguindo um som o mais fiel possível, só o equalizador não é o suficiente. Aqui entra em cena o analisador de espectro. Um aparelho realmente útil que serve não só para a reprodução de som em casas, mas também para aplicações profissionais, em sonorização de palcos, cinemas etc.

O analisador de espectro

Um analisador de espectro é um aparelho que nos mostra em um display, sendo esse constituído de um tubo de raios catódicos, em VU meter ou matriz de LEDs, a intensidade real do som que atinge seu microfone. No nosso caso esse display é uma matriz de LEDs composta de 10 colunas (uma para cada oitava) divididas em 7 degraus. Temos assim a intensidade para cada oitava do espectro visualizadas ao mesmo tempo (tempo real). A partir daí podemos atuar nos controles do equalizador a fim de tornar a resposta do ambiente plana.

A figura 2 dá um diagrama de como usar o analisador de espectro para equalizar o ambiente.

Gerador de ruído rosa

Para podermos utilizar o analisador adequadamente precisamos de um outro acessório, que será motivo de artigo futuro. Por hora nos limitaremos a explicar o que é e para que serve.

O gerador de ruído rosa é um aparelho que gera todas as frequências au-

Cálculos para os filtros de oitavas

Os valores dos capacitores e resistores da célula básica (veja o circuito do filtro) estão relacionados pelo seguinte conjunto de fórmulas:

$$A) R_1 = \frac{\vartheta}{2\pi F_0 A_0 C_1}$$

$$B) R_2 = \frac{\vartheta}{(2\vartheta^2 \cdot A_0) 2\pi F_0 C_1} = \frac{A_0 R_1}{2\vartheta^2 \cdot A_0}$$

$$C) R_3 = \frac{\vartheta}{\pi F_0 C_1}$$

$$D) A_0 = \frac{R_3}{2R_1}$$

$$E) \vartheta = \pi F_0 C_1 R_3$$

$$F) F_0 = \frac{1}{2\pi C_1} \sqrt{\frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 R_3}}$$

Para o projeto do analisador de espectro fixaremos os valores de R_1 , R_2 e R_3 de tal forma que a única variável seja C_1 .

Acompanhe as etapas de cálculo.

1 — fixando $A_0 = 4$ (12dB) e $\vartheta = 2$

2 — para escolher R_1 devemos levar em conta que a impedância total equivalente para os 10 filtros em paralelo é dada por:

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{10}$$

Tomemos $R_1 = 120 \text{ k}\Omega$

3 — R_2 é dado pelas fórmulas A e B

$$R_2 = \frac{A_0 R_1}{2\vartheta^2 \cdot A_0} = \frac{4R_1}{2 \cdot 2^2 \cdot 4} = R_1$$

$$R_2 = R_1 = 120 \text{ k}\Omega$$

4 — R_3 é calculado pela equação D

$$R_3 = 2 A_0 R_1 = 8R_1 = 960 \text{ k}\Omega$$

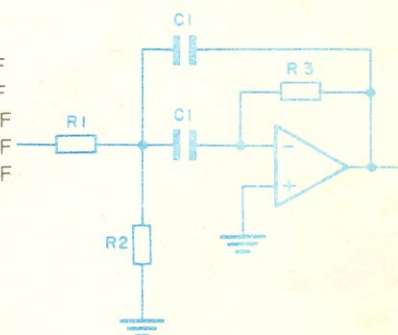
Arredondando: $R_3 = 1 \text{ M}\Omega$

5 — O cálculo de C_1 vai depender da frequência, como se pode ver pela equação A

$$C_1 = \frac{\vartheta}{2\pi F_0 A_0 R_1} = \frac{2}{2\pi F_0 (4)(120)} = \frac{6.63 \times 10^{-7}}{F_0}$$

Observe os valores de C_1 calculados para cada oitava na tabela anexa.

Frequência (Hz)	C_1
32	0,022 μF
64	0,011 μF
125	0,0056 μF
250	0,0027 μF
500	0,0015 μF
1K	680 pF
2k	330 pF
4k	160 pF
8k	82 pF
16 k	43 pF



diveis, sendo que o nível do sinal é igual para todas as oitavas. Se injetarmos no nosso amplificador o ruído rosa, teremos nos alto-falantes todas as frequências audíveis que, teoricamente, deveriam estar com a mesma intensidade para todas as oitavas, só sendo afetadas pela própria resposta do nosso sistema de som. Este ruído atingirá o microfone do analisador colocado no local de audição (esse microfone deverá ter uma resposta o mais plana possível para a faixa de áudio) que, por sua vez, nos mostrará a intensidade real para cada oitava do som que estamos ouvindo. Notem que esse som só será alterado pela cadeia reprodutora (amplificadores, equalizador e ambiente).

A leitura no display muito provavelmente não será plana. Bastará, então, atuarmos nos controles do equalizador para obtermos uma resposta plana.

Como exemplo vamos supor que o analisador nos mostrasse o display numa configuração como a da figura 3.

A atuação no equalizador deve ser de tal forma a produzir a configuração da figura 4, na matriz de LEDs.

O circuito

Observe a figura 5.

O sinal atinge o microfone e é amplificado pelo primeiro amplificador operacional A01, que tem ganho fixo de 10 vezes. A saída do A01 é aplicada a um potenciômetro que serve como controle de sensibilidade para o microfone. O sinal é então amplificado pelo A02, com um ganho de 100. Nesse ponto (saída do A02) o sinal já está com amplitude elevada e é aplicado simultaneamente a uma série de dez filtros, um para cada oitava.

Observe, em quadro separado, os cálculos dos filtros para as oitavas. Com as fórmulas dadas é possível calcular valores de resistores e capacitores para qualquer frequência.

A saída de cada filtro é então retificada e filtrada de modo que em cada porta do CI1 (4016) está presente o ní-

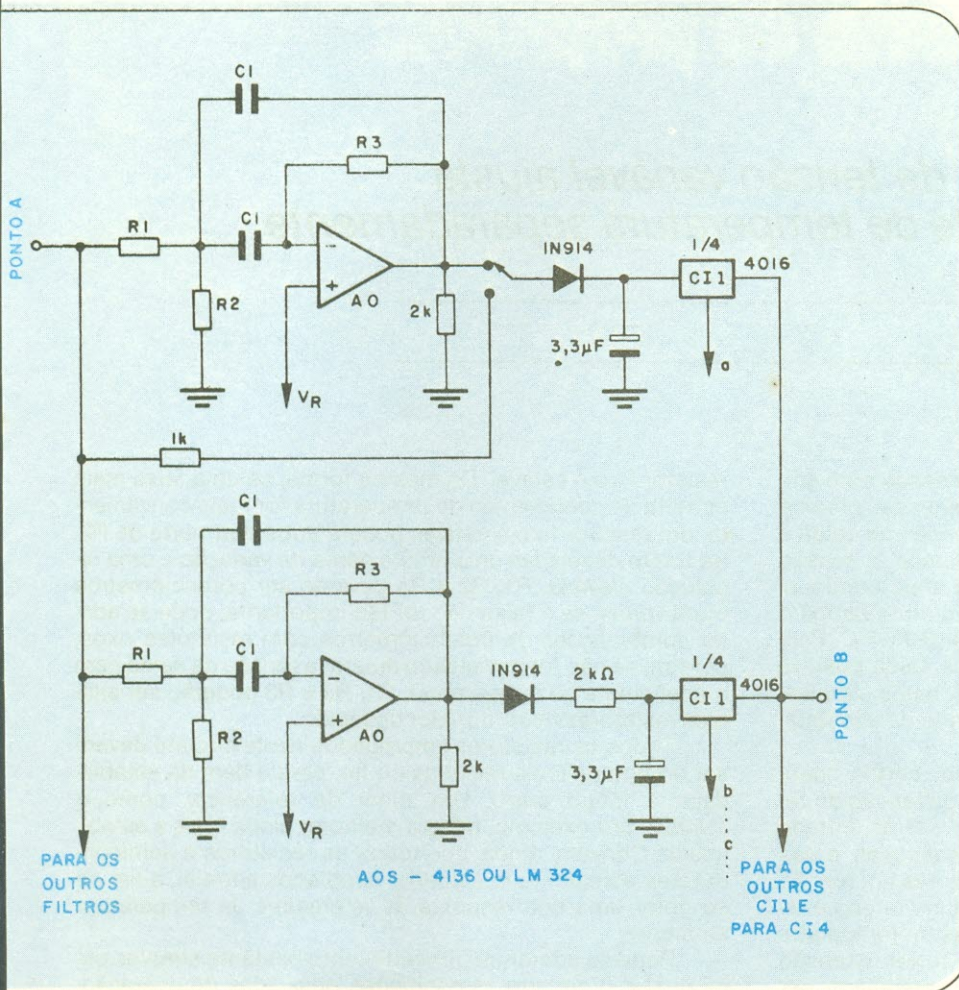
vel CC correspondente a cada oitava.

As portas do CI1 são chaves que permitem a passagem do sinal de cada filtro de oitavas, quando um pulso for injetado em sua porta por um contador Johnson CI3 (4017).

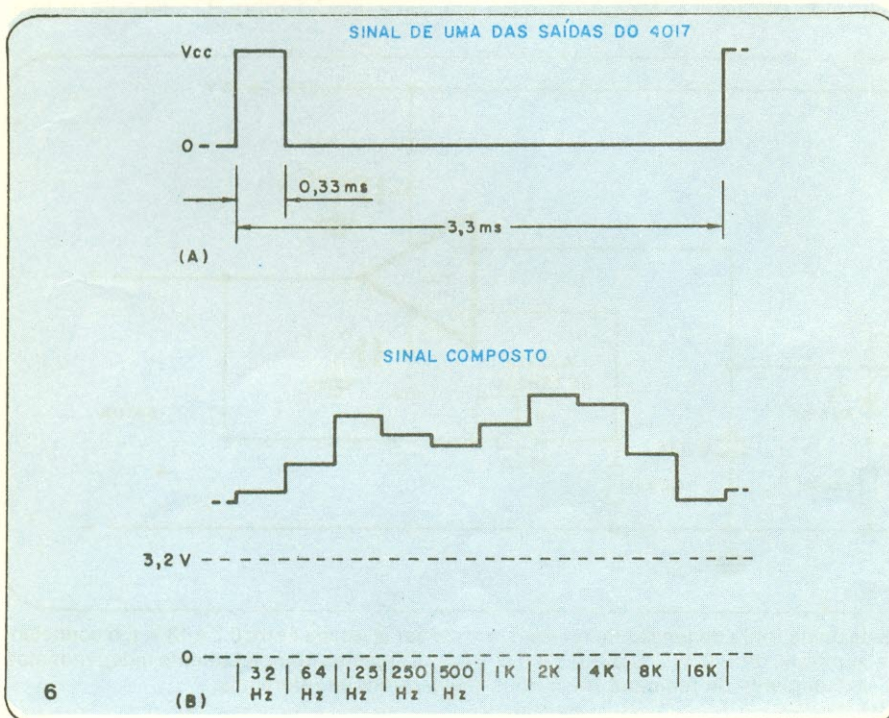
O contador é alimentado por um relógio interno. A cada pulso de relógio uma das saídas é acionada. Por exemplo: no primeiro pulso de relógio a saída 3 apresenta nível lógico "1", enquanto as outras permanecem em nível lógico "0"; um segundo pulso de relógio faz o nível lógico "1" passar para a saída 2, mantendo todas as outras em "0". Com isso, apenas uma coluna de LEDs é alimentada por pulso e o sinal de apenas um filtro de oitavas é escolhido (observe que as saídas do contador são ligadas às portas das chaves que liberam ou não os sinais de saída dos filtros de oitavas).

Como resultado dessa operação temos o seguinte quadro:

1 — A cada pulso de relógio a saída de um dos filtros é injetada no pino 5 do integrado LM 3914.



Circuito elétrico completo do analisador de espectro.



Formas de onda numa das saídas do contador (A) e sinal composto das colunas de LEDs (B).

2 — Cada pulso de relógio seleciona também uma das colunas de LEDs, de modo que quando o filtro centrado em 32 Hz estiver no pino 5, a coluna correspondente à primeira oitava é acionada. E assim com todas as outras colunas e saídas de filtros.

O CI 3914 é, basicamente, um voltímetro eletrônico com a saída representada por uma coluna de LEDs. Como o fundo de escala é controlado pelo potenciômetro P2, não precisamos usar todas as saídas do CI. Precisamos de 7 degraus e o CI tem dez saídas. Assim, se calibrarmos corretamente o aparelho, podemos simplesmente desconectar 3 pinos desse integrado.

A figura 6 mostra as formas de onda em cada coluna de LEDs (6A), formas de onda derivadas das saídas do contador Johnson 4017. Em 6B estão os sinais de saída de cada filtro, antes da passagem pelas chaves seletoras.

Calibração

Com o aparelho ligado e sem microfone, injete um sinal CC de 1V no ponto 1 e ajuste P2 para que o LED "clipping" acenda. Assim que isso acontecer, o aparelho estará calibrado.

Para uso normal, você deverá ajustar o controle de sensibilidade do microfone para que o LED referente à frequência de 1 kHz, como referência, fique em 0 dB. A partir daí você ajustará as outras 9 oitavas para uma indicação linear em 0 dB, no caso de você querer equalizar o som ambiente.

A chave normal-direto tem uma aplicação muito útil. Às vezes queremos ter uma idéia de qual é a amplitude total do sinal de microfone. Levando a chave para a posição "direto" você obterá essa indicação na coluna referente aos 32 Hz (primeira oitava), dando uma indicação relativa do sinal total no microfone.

Prancheta do projetista

Fonte de tensão variável ajusta seu coeficiente de temperatura separadamente

Nathan O. Sokai, Design Automation Inc., Massachussets

Esta fonte de tensões de referência, baseada num amplificador operacional de estabilidade adequada, oferece ajustes independentes para os níveis de tensão de saída e para o coeficiente de temperatura dos mesmos. A tensão de saída pode ser positiva ou negativa, variando continuamente de 0,7 a 13 V. O coeficiente de temperatura também varia de forma contínua, de $-0,3\%/^{\circ}\text{C}$ a $+0,3\%/^{\circ}\text{C}$. Para o circuito apresentado, foi selecionada uma saída positiva de tensão; para se obter tensões negativas, basta simplesmente inverter todos os diodos e a polaridade da alimentação.

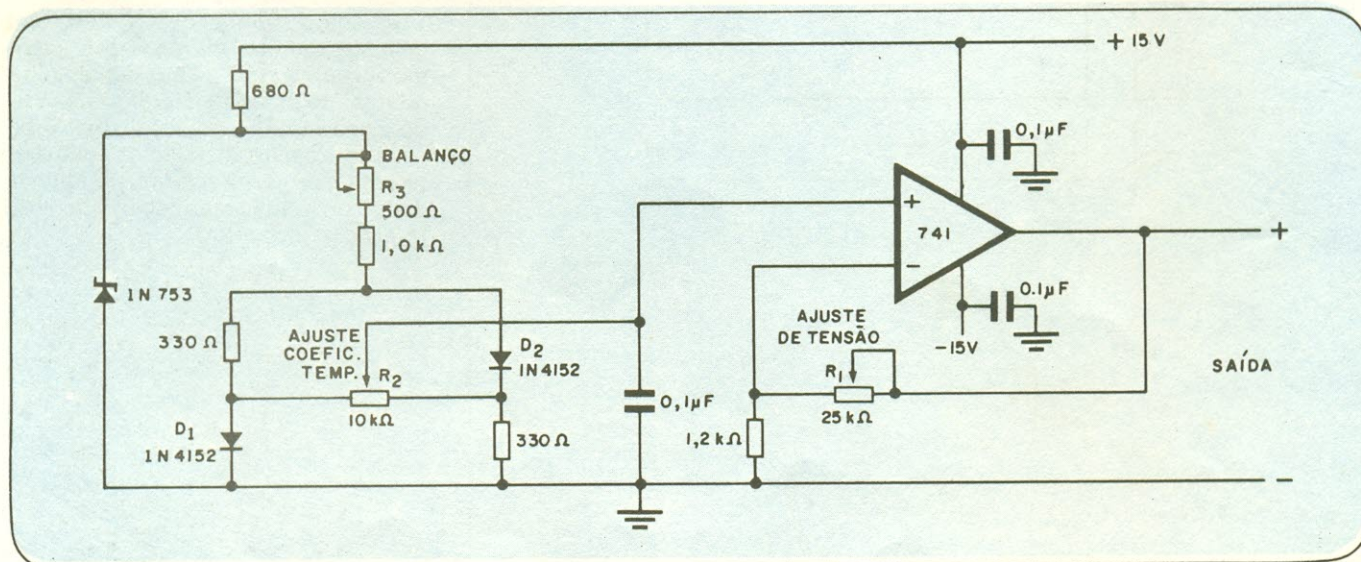
Não é preciso se preocupar em anular certos coeficientes de temperatura do circuito, como o da tensão do zener, dos valores de resistência, da tensão *offset* de entrada e da polarização de entrada (ambos do operacional), e das correntes de *offset*. Ao invés disso, seus valores em função da temperatura devem permanecer estáveis no tempo e reproduzir sempre com precisão as alterações de temperatura. Vale o mesmo para as características corrente/tensão dos diodos D1 e D2 (que, aliás, não precisam ser "casados").

Caso se deseje uma gama menos ampla de tensões, parte do potenciômetro R1 poderá ser substituída por um

resistor fixo e estável. Da mesma forma, se uma faixa mais estreita de coeficientes de temperatura for mais conveniente, um resistor fixo e estável poderá substituir parte de R2. Se forem desejadas uma ampla gama de variação e uma resolução elevada, R1, R2 e R3 deverão ser potenciômetros multi-voltas; se a faixa não for tão importante, pode-se adotar combinações de potenciômetros com resistores fixos; por fim, se não for necessário ajustar a tensão de saída nem o coeficiente de temperatura, R1, R2 e R3 poderão ser simples resistores fixos, do valor desejado.

Todos os resistores empregados neste circuito devem ser do tipo película metálica ou fio, para o bem da estabilidade a longo prazo. Um zener de referência, como o 1N4894, por exemplo, poderá melhorar ainda mais a estabilidade. Convém, ainda, que todos os resistores e semicondutores estejam termicamente acoplados entre si, a fim de se obter uma boa resposta às alterações da temperatura ambiente.

Pode-se adotar um procedimento bastante simples para ajustar o circuito às condições desejadas de operação. Primeiramente, leva-se os cursores de R1 e R2 para metade do percurso, aproximadamente; em seguida, ajusta-se o potenciômetro R3, até que a tensão sobre R2 seja nula na tem-



Uma estável fonte de tensão — A tensão de saída desta fonte de tensão de referência pode ser ajustada entre 0,7 e 13 V. E o coeficiente de temperatura da tensão de saída também é ajustável, de $-0,3\%/^{\circ}\text{C}$ a $+0,3\%/^{\circ}\text{C}$. São dois ajustes completamente independentes entre si. R1 estabelece a tensão de saída, R2, o coeficiente de temperatura, e R3, a temperatura de referência.

Esta seção, como o próprio nome sugere, destina-se a projetistas da área de Engenharia que já possuem uma razoável experiência em eletrônica. Os artigos são transcritos e traduzidos na íntegra e, infelizmente, não poderemos fornecer nada além daquilo que contém.

peratura de referência. Essa é a temperatura na qual é possível variar o coeficiente, sem alterar a tensão de saída. O potenciômetro R1, então, fornece as tensões de saída, à temperatura de referência.

Como último passo, calibra-se R2 para o coeficiente requerido. Tal ajuste, que não deve afetar a tensão de saída, na temperatura de referência, pode ser efetuado pelo aquecimento ou resfriamento de todo o circuito, a uma temperatura diferente da de referência, quando se ajusta R2 para obter a tensão desejada de saída, àquela temperatura.

Como precaução, a tensão de saída do circuito deve ser verificada para algumas variações de temperatura; caso

não caia dentro da tolerância desejável, deve-se repetir todas as etapas de calibração, exceto a primeira. Mas, normalmente, tal repetição não será necessária.

É possível obter uma maior corrente de saída neste circuito pela inclusão de um transistor NPN de potência, ligado sob a forma de seguidor de emissor, na saída. A saída do operacional vai ligada à base do transistor, enquanto R1 é ligado ao seu emissor, que passa a ser a nova saída do sistema. Para tensões negativas, instala-se um transistor PNP. Sem a presença do seguidor de emissor, a corrente de saída pode chegar aos 10 mA, para a maioria dos operacionais de uso geral.

Discriminador ajustável "limpa" sinais com ruído

Dennis D. Barber, Universidade de Houston, Texas

Os sinais de telemetria e outros de origem lógica geralmente captam uma grande quantidade de ruído durante a transmissão. Esse ruído, porém, pode ser facilmente eliminado na extremidade receptora por um discriminador que possua histerese ajustável.

O discriminador de tensão apresentado aqui pode "limpar" sinais que contenham até 70% de ruído, sem a necessidade de alterar a amplitude ou o nível CC do sinal. A

entrada do amplificador que atua como discriminador de tensão (A4) é mantida constante no valor de 5 V pico a pico; mas o sinal a ser condicionado, aquele presente na entrada do circuito, não é crítico, nem precisa ter seu nível perfeitamente conhecido.

O amplificador A1 é controlado em ganho, com o FET Q1 agindo como o elemento controlador de ganho; esse transistor, que funciona como um resistor de tensão variá-

**DIGITAL CADA UM TEM UMA.
MAS A NOSSA É MELHOR.
PORQUE TEM UM ESTOQUE
COMPLETO E VARIADO DE
COMPONENTES ELETRÔNICOS
E DOS KITS NOVA ELETRÔNICA.**



Componentes Eletrônicos Ltda.

Rua Conceição, 377/383 — Porto Alegre, RS
Fone: (0512) 24-4175
TELEX 0512708 DGT L BR



vel, é por sua vez controlado pelos amplificadores A2 e A3. O amplificador A4, como já foi dito, constitui o estágio discriminador de tensão, que proporciona a histerese ajustável, por meio de sua realimentação regenerativa variável.

Antes que o sinal de entrada faça qualquer excursão positiva ou negativa, a saída de A1 deve ser considerada ao nível de terra. Nesse momento, o ganho desse amplificador é máximo, já que as entradas de A2 e A3 estão abaixo (em valor absoluto) de suas respectivas tensões de referência. A saída de cada amplificador é então positiva, nesse instante, enquanto D1 e D2 estão inversamente polarizados, o que permite a Q1 estar conduzindo plenamente.

Assim que o sinal de entrada torna-se positivo, a saída de A1 desloca-se em direção ao nível da alimentação positiva; assim que alcança a tensão de referência de A2, a saída deste amplificador passa rapidamente para o lado negativo, cortando parcialmente Q1 e baixando, portanto, o ganho de A1. A saída de A1 é mantida ao nível da tensão positiva de referência, até que esse nível de referência seja maior que a tensão de entrada multiplicada pelo ganho máximo de A1. A esta altura, a tensão de entrada encontra-se a apenas alguns milivolts acima do nível de terra.

A medida que o sinal de entrada varia de positivo para negativo, a saída de A2 torna-se positiva, enquanto a de A3, negativa; desse modo, o ganho do amplificador A1 fica limi-

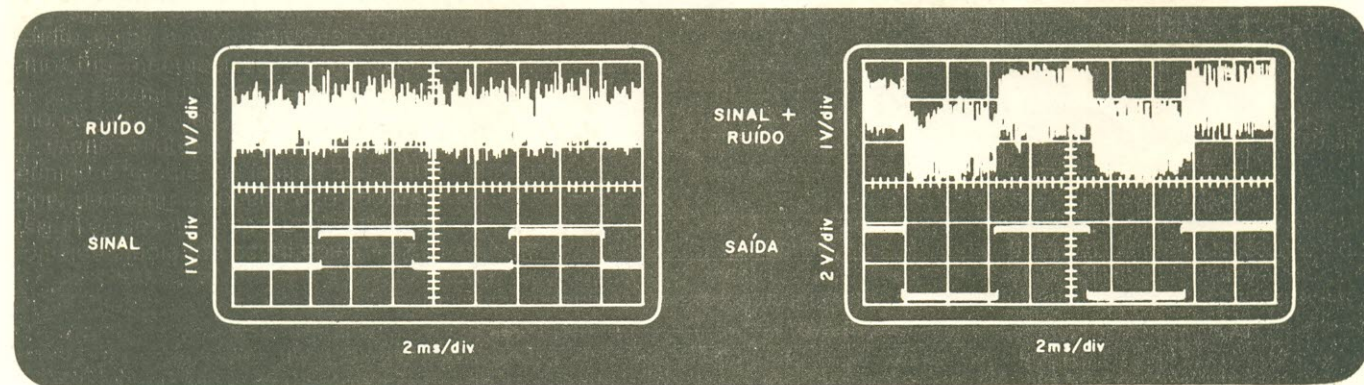
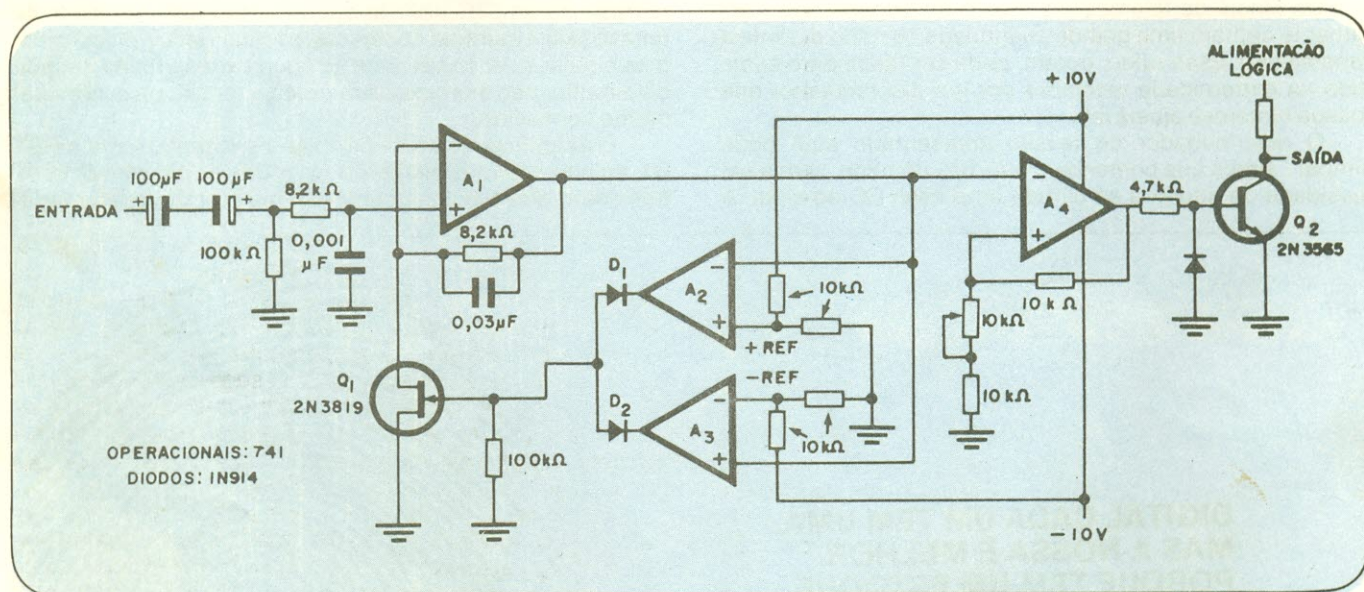
tado até que o sinal de entrada volte novamente a um nível próximo da terra.

Assim sendo, a tensão da entrada de A4, que é o discriminador de tensão, é mantida a um nível constante. E as tensões de limiar de A4 podem ser ligeiramente inferiores às tensões de referência de A2 e A3, conferindo ao circuito uma excelente imunidade a ruídos.

Os capacitores instalados na entrada do circuito são usados para limitar a amplitude de transientes de alta frequência. O valor de $100\text{ }\mu\text{F}$, indicado no esquema para cada um deles, é adequado para uma gama de frequências entre 1 ciclo por minuto e 1000 Hz, e para uma faixa de amplitude de entrada entre 1 e 10 V pico a pico.

O transistor Q1 pode ser qualquer FET de junção e o transistor Q2 foi incluído para tornar a saída do circuito compatível com a lógica utilizada. Vários tipos de operacionais de uso geral devem ser adaptar ao circuito, e até mesmo amplificadores Norton, como o modelo 3900, poderão ser aproveitados, mediante algumas modificações no esquema.

As fotografias de osciloscópio apresentadas mostram como o discriminador é capaz de "limpar" drasticamente os sinais. Uma delas mostra separadamente o sinal e o ruído, enquanto a outra exibe o sinal total de entrada e a saída resultante.



Tirando "sujeira" dos sinais — Este discriminador de tensão com histerese ajustável proporciona uma melhora significativa na relação sinal/ruído, como se pode comprovar pelas fotos de osciloscópio. O nível de realimentação regenerativa do amplificador A4, que é o estágio discriminador de tensão, é ajustada para proporcionar uma eficiente imunidade a ruídos. O ganho do amplificador A1 é controlado pelo transistor Q1, que atua como um resistor de tensão variável.

A Microeletrônica toma o caminho das rodovias

Gil Bassak, *editor industrial*

Pensando na década que começa, a indústria automobilística volta sua atenção para os controles eletrônicos

Os fabricantes de automóveis de Detroit, grande cidade industrial dos EUA, estão, pode-se dizer, com a "coceira dos microprocessadores". Todas as três grandes fábricas (Ford, GM e Chrysler) irão instalar mais de um milhão de dispositivos eletrônicos em seus modelos 81, número que tende a crescer cada vez mais. Microprocessadores, microcomputadores e outros CIs de integração em larga escala estão sendo usados tanto no controle de motores, onde ajudam a satisfazer a normas de poluição do ar e economia de combustível, impostas pelo governo federal, como também na cabine dos passageiros. Além disso, está em pleno desenvolvimento a microeletrônica para os sistemas de transmissão e suspensão.

Os fabricantes empregam agressivamente sua nova educação em eletrônica, equipando o interior de seus veículos com fantásticos painéis digitais e vários opcionais eletrônicos que, espera-se, irão atrair muitos compradores. De fato, vários observadores acreditam que a área de maior futuro, atualmente, na indústria automobilística, está no que passou a se chamar de "características eletrônicas". Essa categoria inclui aperfeiçoamentos da segurança, controle de velocidade e ambiente interno, além de portas que dispõem chaves.

Paralelamente, os testes e diagnósticos em circuitos eletrônicos chegarão a proporções inteiramente novas durante este ano. Alguns sistemas serão capazes de localizar seus próprios defeitos; outros, ao contrário, poderão ser testados por instrumentos especialmente projetados para aquele modelo de carro.

Os controles de motores por microprocessador foram projetados de forma a satisfazerem as especificações governamentais até o ano de 1985. Sua programabilidade — possibilitada pela alteração de dados em memórias ROM — fará com que possam ser modificados de acordo com o desenvolvimento da indústria automobilística. Desse modo, os fabricantes poderão se dedicar melhor à tarefa de redução de custos, pela redução do número de peças que utilizam componentes especializados, e também à inclusão de maior confiabilidade em seus veículos.

Fornecimento confiável

Falando em peças, os fabricantes descobriram que, apesar dos temores de falta de componentes, poderão confiar na indústria de semicondutores para o suprimento de suas necessidades de produção. De fato, a deficiência de fornecimento temida há alguns anos, quando começaram os planejamentos para se incluir a eletrônica nos veículos,

simplesmente não aconteceu, pois os semicondutores tiveram sua produção elevada proporcionalmente.

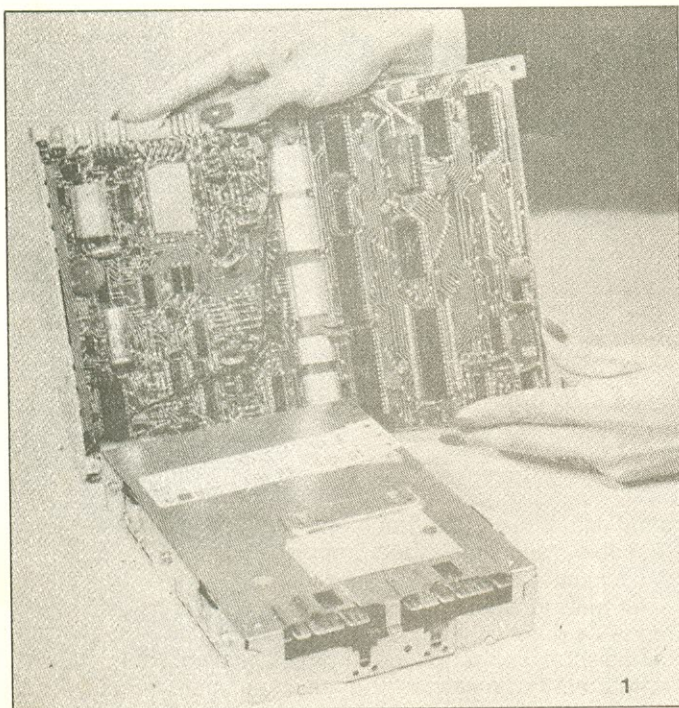
Quanto aos veículos europeus e japoneses, parecem estar mais atrasados na aplicação da eletrônica, se comparados às grandes marcas americanas. O fato é que esses carros estrangeiros, mais econômicos e de tamanho menor, satisfazem facilmente as normas americanas, sem precisar recorrer a controles centralizados, ativados por microprocessadores. Por outro lado, eles apresentam avanços na instrumentação digital, e espera-se para breve uma séria competição entre fabricantes europeus e japoneses, nessa área, em busca do mercado externo.

O primeiro fabricante a adotar os controles eletrônicos foi, sem dúvida, a General Motors, a maior das três grandes marcas americanas. Praticamente todos os 5 milhões de veículos que a companhia espera vender durante este ano conterão o chamado Controle de Comandos por Computador (figura 1), projetado pela Delco Electronics, uma divisão da própria GM. A primeira versão desse controle apareceu em 1979. Baseado num microprocessador 6802, de 8 bits, da Motorola, deverá estar presente na maioria dos carros dessa firma, daqui para a frente. O segundo sistema, que não passa de uma versão mais rápida e poderosa do primeiro, contém um integrado especializado, desenvolvido em cooperação com a Motorola e denominado GMCM, ou Microcomputador Especializado da GM.

O integrado GMCM deverá aparecer em todos os modelos de passageiros, versão 82, da companhia. Possui menos componentes que seu predecessor, dependendo bem mais de integrados LSI especializados. O coração desse 2.º sistema também é o microprocessador 6802, modificado, porém, para desempenhar tarefas de controle de motores, dispondo de uma seção entrada/saída de maior capacidade, além de melhores possibilidades matemáticas e de auto-análise.

O Controle de Comandos por Computador, no entanto, é empregado de formas diferentes em cada uma das divisões da GM. Somente o Modelo *Cadillac*, por exemplo, possui o Sistema de Acionamento Modulado (*Modulated Displacement System*), que economiza combustível pela variação do número de cilindros em operação, desde quatro até oito, dependendo da velocidade do veículo, da carga sobre o motor e das exigências do motorista, a cada instante. Assim, o controle de motores é adaptado às necessidades de cada linha de produção, através da seleção de uma das 82 diferentes memórias ROM.

O GMCM compreende cinco CIs tipo LSI, que são o microprocessador, a lógica de controle do motor, a memória, um conversor A/D e uma unidade de condicionamento de alimentação, distribuídos de acordo com a figura 2. ►



Na estrada — O módulo de comando do Controle por Computador, da General Motors, tem placas separadas para o processamento digital (à direita) e para o processamento dos sinais de entrada/saída (à esquerda). Essa unidade constitui a parte principal do sistema de controle de motores da GM, para sua linha de carros a gasolina.

Especializados em rapidez

O microprocessador, um CI de 40 pinos, exibe 10 instruções a mais que o conjunto do 6800, incluindo multiplicação de 8 bits e adição, subtração, empilhamento e acumulação de dupla precisão (ou seja, de 16 bits). Além disso, o tempo de execução de 32 instruções selecionadas foi reduzido, para que o processador possa executar maior número de funções de controle em menos tempo.

A unidade de controle do motor é um controlador microprogramado, encarregado de pré-processar os sinais de entrada e saída, aliviando, assim, o trabalho do microprocessador. Grande parte dos atuadores do veículo, que não são simples dispositivos liga/desliga, são acionados por um sinal modulado por largura de pulso. E vários sinais originários de transdutores formam trens de pulsos, que exigem contagem de pulsos ou medições de intervalos de tempo. Em resposta a essas características de entrada/saída, o CI fornece oito saídas, moduladas por largura de pulso, para o controle dos atuadores, assim como seis acumuladores de pulsos, para a transferência de dados dos sensores para o processador.

Como, neste caso, a habilidade de detectar defeitos do sistema possui uma alta prioridade, o CI conta com a possibilidade de auto-análise, e pode fornecer um sinal, a ser empregado pelo processador, para dar início a uma condição de operação de falha. Isto permite ao projetista prever o *hardware* e *software* necessários para evitar avarias catastróficas.

A unidade de combinação de memória contém todo o *software* (ou programação) do sistema. Dispõe de 4 k bytes de memória ROM e 128 bytes de memória RAM (64 bytes dos quais não são voláteis), além de oito portas E/S progra-

máveis.

O conversor A/D é um integrado CMOS, alojado num encapsulamento de 40 pinos. Proporcionando 16 canais, que efetuam a conversão em apenas 300 μ s, ele libera o microprocessador para outras tarefas.

A unidade condicionadora de alimentação, por fim, possui lógicas TTL, ECL e I²L combinadas num único dispositivo. Fornece o *clock* do sistema, a regulação da alimentação, circuitos de reserva e temporização de *reset*. Serve também como parte integral do mecanismo de prevenção de falhas do sistema. Entre as especificações do sistema, podemos citar uma faixa de operação entre -40 e +85 °C, com uma dissipação de 2,5 W a 5 Vcc.

A abordagem da Ford, nesse campo, difere daquela adotada pela GM. Ela avançou mais cautelosamente e descobriu que, à medida que os controles de motores iam sendo desenvolvidos, os pesquisadores aprendiam mais ainda sobre o projeto mecânico do próprio motor — e sobre como aperfeiçoá-lo. Conseqüentemente, apenas 20% dos carros de passageiros da Ford irão conter, em 81, controles eletrônicos para o motor, sendo que a maior parte deles será constituída pela Unidade de Controle por Microprocessador, que executa somente as funções de controle de carburador realimentado e distribuidor com limitação.

O dispositivo EEC-III, o mais recente sistema de controle para motores em produção na Ford, está encontrando utilização, principalmente, nos modelos *Lincoln* e *Mark IV Continental*. Isso porque, de acordo com um porta-voz da companhia, a Ford foi capaz de desenvolver sistemas mecânicos que simulam o sistema eletrônico equivalente, mas a um custo inferior.

É claro que, para o futuro, tais sistemas talvez não sejam o ideal, face às novas normas que regularão a emissão de gases e a quilometragem por litro de combustível. Mas a Ford pretende satisfazê-las com seu novo sistema de controle, o EEC-IV. Previsto para os modelos de 84, seus integrados já começaram a ser desenvolvidos pela Intel.

Os sistemas eletrônicos de controle da Ford evoluíram do EEC-I, que controlava o tempo de ignição e a recirculação do gás de escape, até o EEC-III, capaz de executar todas as funções críticas de controle do motor, incluindo o controle de carburador realimentado, injeção central de combustível e — apesar de ainda não implementado nos modelos atuais — controle do conversor de torque.

O sistema EEC-II, que substituiu o EEC-I nos modelos de 1979, incluía o controle do carburador em circuito fechado. Era baseado num microprocessador de 12 bits, desenvolvido pela Toshiba japonesa, que continha 5 integrados LSI — o próprio microprocessador e 4 memórias.

Depois, surgiu uma competição entre a Essex, a Toshiba, a Motorola e a própria divisão de circuitos eletrônicos da Ford, no sentido de produzir a terceira geração de controles EEC, que foi introduzida em alguns modelos de 1980 e substituiu completamente o EEC-II nos modelos de 1981. No final, a Motorola venceu a concorrência com seu microprocessador especializado tipo 67000. Assim, o sistema EEC-III será o sistema básico dos veículos da Ford por mais alguns anos, até que venha à luz a quarta geração, em 1984.

A evolução do EEC-III é uma prova de como os fabricantes de automóveis desejam reduzir o custo de produção através da eletrônica, que possibilita minimizar o número de componentes. Ao adotar a integração em larga escala, tendo como centro um microprocessador especializado da Motorola, a Ford melhorou o desempenho de seu sistema e reduziu a quantidade de elementos. Dessa forma, o EEC-III possui apenas 5 integrados LSI e, mesmo assim, exibe melhor desempenho que o EEC-II, com 7 CIs, além de trabalhar mais rápido e possuir controle de injeção de combustível.

Apesar da Ford estar relutando em discutir pontos es-

pecíficos de seu computador EEC-III, sabe-se que o mais importante componente LSI do sistema é o microprocessador especializado 67002, da Motorola, um integrado tipo NMOS que manipula dados de 8 bits e executa instruções de 10 bits. Foi projetado especialmente para multiplicar e dividir por meio de *hardware*.

Em 1984...

O sistema EEC-IV da Ford, previsto para o ano de 1984, deverá utilizar os recentemente anunciados CIs especializados da Intel, 8061 e 8361, projetados exclusivamente para o fabricante de automóveis. O 8061 é um processador de 16 bits, necessário à manipulação da ampla faixa dinâmica coberta pelas variáveis do motor. A Ford pretende implementar sua futura estratégia eletrônica para motores empregando apenas o 8061, a memória ROM 8361 e um mínimo de elementos de *interface*. tanto o 8061 como o 8361 são integrados HMOS de alto desempenho, exigindo uma alimentação única de 5 Vcc.

A GM e a Ford tomaram uma decisão fundamental ao escolher a tecnologia HMOS para seus sistemas. Naturalmente que ambas prefeririam instalar os circuitos eletrônicos de controle no interior do próprio cofre do motor, mas, devido às elevadas temperaturas ali reinantes, tiveram que optar pela instalação de tais circuitos no compartimento dos passageiros. O custo dessa instalação é comparativamente alto, já que exige conectores e fiação para a conexão entre os sensores, localizados no motor, e a cabine. Por outro lado, há mais vantagens substanciais que recomendam a utilização da técnica NMOS, graças, principalmente, à sua maior capacidade de integração e, em consequência, de

abrigar maior número de funções por integrado.

A Chrysler entra no jogo

A Chrysler, porém, que é a terceira das grandes marcas americanas, tomou rumo diverso nessa área. Ela escolheu um microprocessador CMOS, o 1802 da RCA, para seu sistema de controle de motores. Isto porque a relativamente maior temperatura de operação dos integrados CMOS permitiu que o processador fosse instalado no próprio cofre do motor, junto aos sensores e atuadores, reduzindo assim o custo total da instalação.

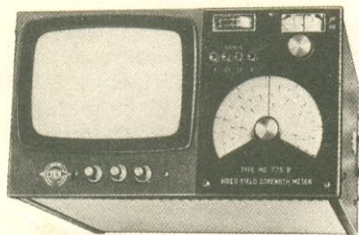
O Computador de Controle de Ignição da Chrysler deverá aparecer em cerca de 70% dos carros de passageiros da companhia, em 1981. É o menos complexo e o de menor custo, entre os sistemas de controle de motores, e controla o distribuidor, o carburador de circuito fechado e a recirculação do gás de escape.

A Chrysler preferiu optar pela operação do 1802 com 5 V de alimentação, justamente no extremo inferior da faixa de 4 a 10,5 V dos integrados CMOS. O motivo para essa operação com baixa tensão reside numa memória PROM bipolar de ligações fusíveis, que guarda o *software* do sistema e pede alimentação de 5 V. Assim, para simplificar as coisas, a companhia adotou a mesma tensão para o funcionamento do processador, às custas da rapidez de processamento do mesmo.

Mas a RCA já começou a distribuir amostras de seu microprocessador 1804, mais rápido que o anterior, que a Chrysler pretende usar na implementação de outras funções de controle de emissão e economia de combustível, num futuro próximo.

Instrumentos para medições elétricas ou eletrônicas

MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO



MODELO MC775B-VÍDEO

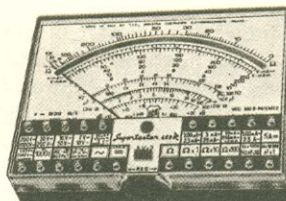
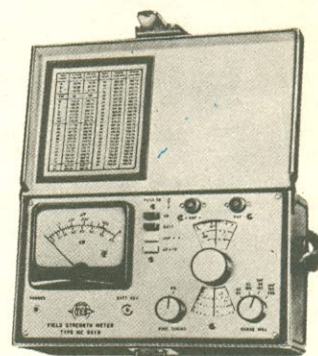
Especial para técnicos de TV. Branco & preto, e em cores na instalação de antenas simples ou coletivas. Som e imagem nos campos de frequência bandas de 40 a 950 MHz em faixas I, III, IV e V. Elétrico e baterias recarregáveis. Portátil: 8 kilos. Com mala de couro e acessórios.



MULTÍMETRO DIGITAL CEME — DOC — 2000 AUTOMÁTICO.
Funções: Vdc, Vac, Idc, Iac, Kohm a 20 Mohm
Display com LED's

MODELO MC661/C ou MC661/D

A bateria — para as faixas de 41 a 840 MHz. Portátil: 3 kilos. Completo com mala de couro, fones, atenuador e bateria

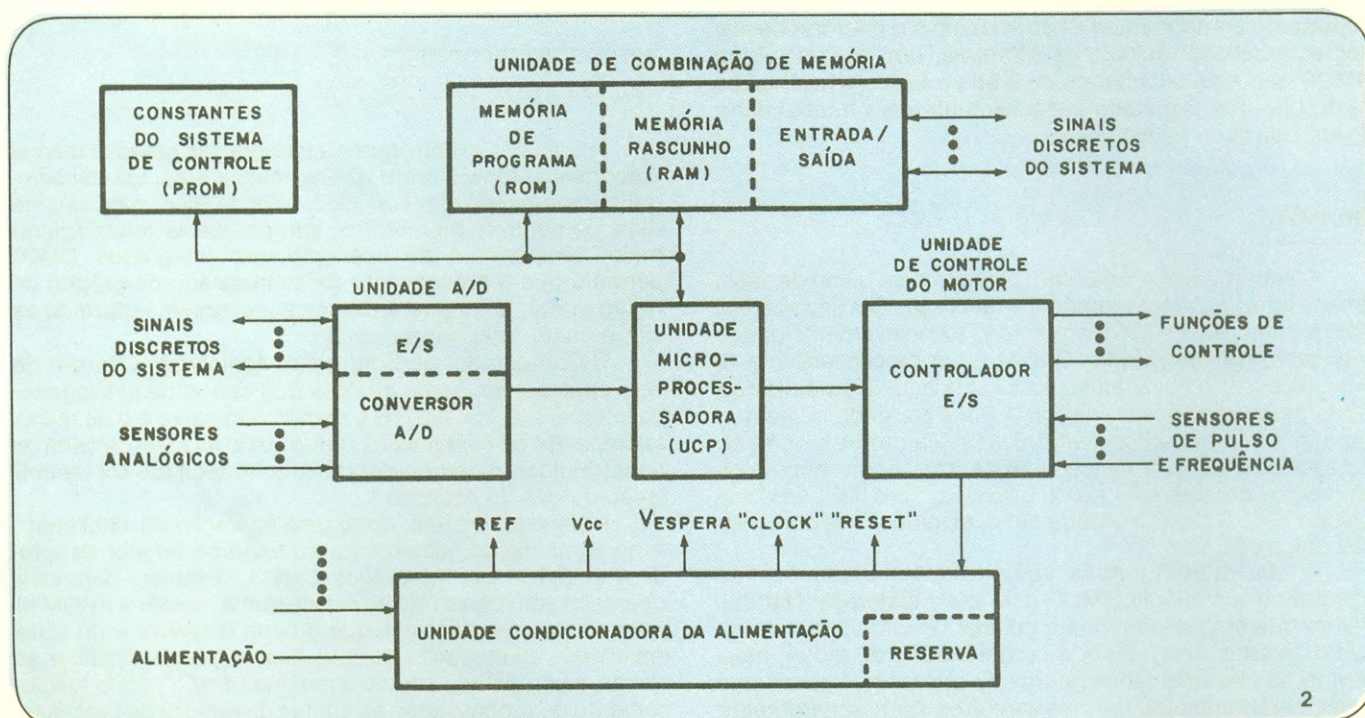


SUPERTESTER ICE mod. 680/R

O modelo especial mais complexo e exato que existe no mercado eletro-eletrônico brasileiro. 10 ESCALAS PARA 80 FAIXAS DE MEDIÇÕES TEMOS MODELOS MENORES.

Alp Comercial Importadora Alp Ltda.

Alameda Jaú, 1528 - 4º andar - Conj. 42 - Tel.: 881-0058 (direto) e 852-5239 (recados) - CEP 01420 - São Paulo - SP



Sob medida — O Microcomputador Adaptável da GM (*GM Custom Microcomputer*) utiliza um microcomputador 6802 modificado, da Motorola, e quatro outros componentes especializados, todos especialmente projetados para o controle de motores a explosão. A memória PROM adapta o sistema a cada carro e motor, em particular.

Ganhando terreno

Sem os imperativos da legislação governamental anti-polluição, os fabricantes europeus e japoneses de automóveis podem esperar e avaliar mais demoradamente os sistemas eletrônicos de controle de motores, e exclusivamente em termos econômicos, tais como na melhora do aproveitamento do combustível. Além disso, para o mercado norte-americano, esses pequenos carros estrangeiros já satisfazem plenamente as normas de poluição e aproveitamento de combustível, apenas com sistemas analógicos relativamente simples.

A eletrônica, na Europa, é aplicada mais generosamente em veículos de grande porte e de luxo, como o Jaguar de 12 cilindros da firma britânica British Leyland, onde o combustível é injetado com precisão, em cada cilindro, sob o comando de um regulador digital. Desenvolvido há vários anos pelas indústrias Lucas, esse controlador emprega um CI especializado produzido pela Ferranti. Tal sistema está agora sendo adaptado aos modelos Jaguar de 6 cilindros.

Um dos usuários mais avançados de sistemas eletrônicos, ainda na Europa, é a firma Bayrische Motoren Werke AG, fabricante dos estilizados — e caros — automóveis BMW. Essa companhia introduziu um sistema eletrônico digital, que integra os circuitos de controle de injeção de combustível e de ignição, em um de seus carros modelo 80 e o está aplicando agora em três modelos de 81. Denominado *Motronic* (figura 3), é um desenvolvimento conjunto com a Robert Bosch alemã (*Electronics*, 2 agosto 79, pág. 69).

Baseado também no processador 1802 da RCA, o sistema *Motronic* recolhe informações sobre a velocidade do motor, fluxo de entrada de ar, posição do virabrequim e temperatura do ar e motor. Dados sobre a velocidade do motor

e posição do acelerador, por exemplo, são armazenados numa ROM, onde cada local de memória contém uma combinação de dados para esses dois parâmetros; cada combinação corresponde a um certo tempo de ignição e injeção de combustível. O computador calcula, então, o tempo de ignição e injeção e a quantidade ideal de combustível a ser injetada, para uma determinada rotação e posição do acelerador.

O sistema *Motronic*, assim, poupa combustível, facilita a partida com tempo frio, torna a operação do motor mais suave e não requer praticamente nenhuma manutenção.

Na França, a firma parisiense Automobiles Citroën (que faz parte do grupo PSA-Peugeot-Citroën) está incluindo, em seus modelos LNA e Visa, um sistema de ignição eletrônica, do tipo digital (fornecido pela Thomson - CSF, também sediada em Paris, e pela Motorola). A versão mais recente desse sistema inclui uma memória a semiconductor que armazena a curva de avanço da ignição.

Outra que está avançando na eletrônica de microprocessadores é a Renix S/A, um empreendimento conjunto formado há dois anos pela Renault e pela Bendix. Ela oferece um regulador eletrônico de velocidade, chamado *Normalu* e baseado num microprocessador 8022, da Intel. Introduzido recentemente como opcional para alguns modelos da Renault, o *Normalu* permite que o motorista escolha uma velocidade máxima e que retorne a essa velocidade automaticamente, mesmo que o pedal do freio esteja sendo acionado.

No Japão, o controle de motores com microprocessadores está avançando lentamente. A firma Nissan Motor Corp., líder da indústria automobilística japonesa, começa agora a instalar tais controles em alguns de seus modelos mais caros, dotados de motores de seis cilindros. As versões de 4 cilindros, que constituem a parte do leão nessa indústria, terão que esperar mais um pouco por esse aperfeiçoamento.

Conheça os novos padrões ambientais

Empenhadas em reduzir as emissões de gases e o consumo de combustível, as indústrias de Detroit elaboraram uma série de técnicas de controle de emissão e economia de combustível, para depois aperfeiçoá-las e coordená-las com a precisão do controle por computador. Aqui está um sumário dessas técnicas.

Controle da válvula de ar — Quase 70% das emissões de hidrocarbonetos e 60% das emissões de monóxido de carbono de um automóvel são produzidas durante o aquecimento do veículo. A mistura rica de combustível, apesar de necessária para uma partida suave, é a grande responsável por esse problema. Colocando-se a válvula de ar do carburador sob controle computadorizado, a fim de manter a riqueza da mistura no mínimo possível, ajuda-se a reduzir tais emissões.

Carburador em circuito fechado (ou realimentado) — Medindo-se o nível de oxigênio presente no cano de descarga, pode-se ajustar a razão ar/combustível no carburador, a fim de manter a relação estequiométrica, ou seja, o ponto no qual o conversor catalítico de três vias do veículo trabalha à máxima eficiência. A razão estequiométrica entre ar e combustível deve ser de 14,7 para 1.

Purgação controlada do filtro — O combustível que evapora do carburador e do tanque, uma fonte de poluição em potencial, é dirigido a um filtro de carvão, e seus vapores devem ser purgados periodicamente através do múltiplo de admissão — mas apenas quando os vapores não afetarem prejudicialmente as emissões da combustão.

Recirculação do gás de escape (EGR) — Reciclando parte dos gases de escapamento de volta para o múltiplo de admissão, consegue-se um resfriamento da combustão e uma redução na emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x).

Injeção de combustível — Combustível e ar são mensurados e injetados com precisão, seja por cima do múltiplo de admissão ou diretamente em cada cilindro.

Controle da marcha lenta — A velocidade do motor, quando o carro está imóvel, é ajustada automaticamente, compensando assim as variações de carga impostas a ele, ocasionadas por dis-

positivos como o compressor do ar condicionado ou o desembacante do vidro traseiro.

Controle do batimento de pino — Uma boa forma de se otimizar o controle de ignição é ajustar o tempo no ponto ideal, que fica bastante próximo do ponto em que o motor começa a bater pino. Certos detectores percebem tal batimento, retardando o distribuidor e restaurando assim o tempo ótimo.

Acionamento modulado — O número de cilindros ativos é variado de acordo com a carga imposta ao motor, velocidade do veículo e solicitações do motorista, minimizando assim o consumo de combustível.

Manipulação secundária do ar — Uma certa quantidade de ar pode ajudar o conversor catalítico a operar com maior eficiência. Na partida do motor, um sistema secundário de ar tem a função de trazer ar até as duas câmaras catalíticas (a de oxidação e a de redução). À medida que o motor vai se aquecendo, o ar passa a ser necessário apenas na oxidação; desse modo, durante paradas prolongadas e temperaturas elevadas, o ar adicional é desviado, a fim de evitar o sobreaquecimento do conversor.

Controle de ignição — O controle de ignição apresenta dois aspectos diferentes: ignição eletrônica e distribuidor. Este último ajusta o tempo de ignição para o maior torque, baseado na carga e velocidade do motor. O distribuidor eletrônico substitui o tradicional sistema a vácuo, proporcionando um ajuste mais preciso e contínuo. A ignição eletrônica, existente há vários anos, substitui o platinado mecânico normalmente usado para produzir a faísca.

Conversor catalítico de três vias — Sempre que a razão ar/combustível é mantida na correta relação estequiométrica, o conversor intervém em três tipos de emissões: reduz os óxidos de nitrogênio e oxida o monóxido de carbono e os hidrocarbonetos, através de dois leitos catalíticos diferentes. Misturas muito ricas ou muito pobres, no entanto, tendem a reduzir a eficiência do conversor.

Controles de transmissão — A transmissão automática desperdiça combustível devido ao deslizamento entre o eixo de entrada e saída, na conexão fluida. Pode-se fazer, porém, com que os controles de transmissão atuem, no momento exato, uma garra que acople solidamente o motor ao eixo de transmissão, eliminando assim as perdas induzidas pelo deslizamento.

O que está se fazendo no oriente

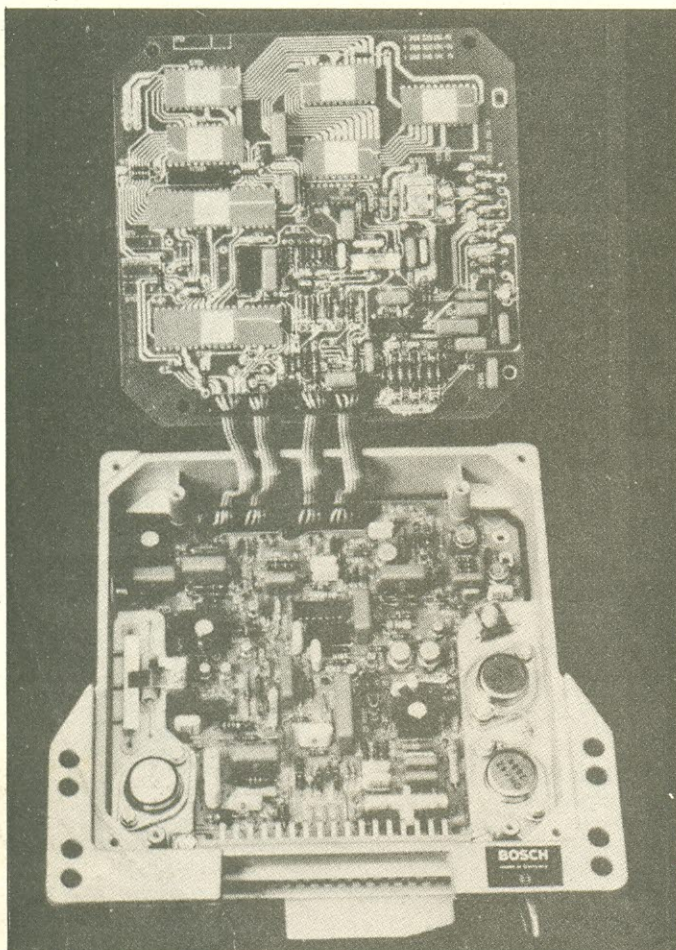
A Nissan designa seu controle com a sigla ECCS, ou Sistema Eletrônico Concentrado para Controle de Motores, que utiliza microprocessador e CIs periféricos da Hitachi. É constituído por um processador tipo 6802, duas memórias de 4 kbytes, uma RAM de 128 bytes e um integrado especializado para entrada/saída. Este último inclui as funções normais de adaptador de interface para periféricos, além conversores A/D de 10 e 8 bits e um multiplicador 8×8 em hardware.

Mais duas companhias japonesas começam também a utilizar controle de motores por microprocessadores: a Mitsubishi Motors Corp., que emprega integrados produzidos pela sua co-irmã Mitsubishi Electric Corp., e a Toyota, utilizando componentes da Toshiba e sistemas da Nippondenso Co. (a qual fabrica seus próprios semicondutores).

Evitando os defeitos

Pelo fato da GM ter optado pelo veículo controlado a computador, teve que dar grande atenção à confiabilidade dos sistemas eletrônicos, procurando evitar ao máximo deixar os motoristas a pé. É claro que a complexidade dos sistemas pede por alguma forma de auto-análise e ainda uma certa tolerância a falhas — exigindo, assim, um cuidadoso equilíbrio entre a necessidade de contornar falhas catastróficas e o custo da implementação.

Para fazer frente a isso, a GM lançou mão de três técnicas diferentes: o hardware redundante, mais circuitos e software auto-analisáveis. Com essa providência, até mesmo os defeitos que passam despercebidos ao motorista, mas afetam negativamente a emissões do veículo ou a economia de combustível, são sinalizados por luzes num painel de instrumentos.



Controles integrados — A Bosch e a BMW possuem um controle de injeção e ignição, baseado no sistema 1802, da RCA, chamado *Motronic*. De um modo geral, os fabricantes europeus de automóveis utilizam menos eletrônica em seus veículos, pelo fato dos mesmos atenderem à legislação federal sem fazer muito uso dela.

Das três técnicas, a do *hardware* redundante é a mais dispendiosa para se conferir confiabilidade ao sistema. Assim sendo, é reservada apenas para as funções mais críticas do motor — os controles de combustível e de ignição.

A segunda técnica, a do *hardware* auto-analisável, tem uma função de supervisão, monitorando possíveis desvios no fluxo normal do programa. Para assegurar-se de que o programa do controle está operando, uma instrução de

auto-análise é colocada no laço de *software* que executa o programa de controle do motor. Essa instrução ativa um circuito que, por sua vez, aciona um temporizador de 12 ms; caso o *software* apresente algum problema, a instrução de auto-análise não será executada e, após 12 ms, o temporizador alçará uma “bandeira” ou aviso de erro. Inicia-se então uma sequência que passa o controle para os componentes redundantes dos sistemas de controle de ignição e combustível, leva as saídas de volta aos níveis nominais e reinicializa o programa. Esse reinício permite que o computador reassuma o controle, caso o defeito seja passageiro. As falhas persistentes, porém, fazem com que a operação defeituosa continue, ocasião em que é preciso apelar para o *hardware* de reserva.

A terceira técnica, do *software* auto-analisável, também tem a capacidade de corrigir disfunções do sistema. Sempre que um componente entra em colapso, o *software* detecta a falha e valores médios de operação vão substituir as informações que antes eram fornecidas por aquele elemento. Assim, por exemplo, se o sensor de temperatura do líquido refrigerante sofrer uma avaria, o computador passa a assumir valores de temperatura correspondentes aos do motor aquecido. Simultaneamente, uma luz indicativa de “verifique motor” é ativada, alertando o motorista para o problema.

Enquanto isso, o *software* injeta um código numérico para essa falha em uma memória de operação contínua; desse modo, quando o veículo é levado para o devido conserto, o técnico questiona o sistema, atterrando um certo ponto de teste, localizado logo abaixo do painel de instrumentos; o sistema responde sob a forma de um código intermitente, emitido por um diodo LED. Por exemplo, dois lampejos seguidos de uma pausa e por mais três lampejos representam o número de código 23 — que significa uma falha no circuito do solenóide de controle de mistura para o carburador. O mecânico, então, consulta um manual de reparações, fornecido pela própria GM, que o leva a uma série de testes e respostas, até que o componente defeituoso possa ser individualizado.

Uma alternativa a tal sistema de diagnóstico, que é considerado muito dispendioso, é a de se utilizar um equipamento de testes que analisasse o motor e fizesse diagnósticos externamente a ele. Isso pouparia ao fabricante uma boa despesa, mas as oficinas autorizadas teriam que arcar com um razoável investimento em equipamentos para análise, os quais não poderiam tornar-se obsoletos de um ano para outro.

Foi essa a alternativa seguida pela Chrysler, ao introduzir seu *Analizador Eletrônico de Desempenho do Motor (EEPA)*, destinado a realizar diagnósticos nos automóveis produzidos pela companhia. O sistema *EEPA*, bastante avançado, emprega procedimentos de teste guardados em memórias, às quais tem acesso um microprocessador. Ele poupa ao mecânico o trabalho de procurar defeitos, realizando testes passo a passo, analisando os dados e apresentando tanto as instruções de teste como os resultados num *display* a neon. Uma impressora fornece dados sobre os diagnósticos, assim como um sumário dos resultados e das medições críticas, tais como a da tensão da bateria e do alternador.

Porta-vozes da Chrysler admitem que a aparente simplicidade do sistema de auto-diagnóstico da GM tem seus méritos, mas advertem que tal sistema irá requerer mais e mais auto-análise, à medida que os sistemas periféricos do motor cresçam em complexidade. Uma das razões disso está na habilidade do sistema em capturar falhas transitórias. De fato, conforme nos explica um dos gerentes da Chrysler, o maior problema da eletrônica reside no transiente, pois o



Novo aspecto — O novo painel de instrumentos da Chrysler, dotado de odômetro eletrônico, é característica padrão em todos os modelos *Imperial* de 81. Velocidade, combustível e até mesmo a indicação de seleção de marcha são apresentados em mostradores fluorescentes, de cor azul.

mecânico autorizado não tem condições de reproduzi-lo; é necessário confeccionar um sistema que impeça a ocorrência dos estados transitórios.

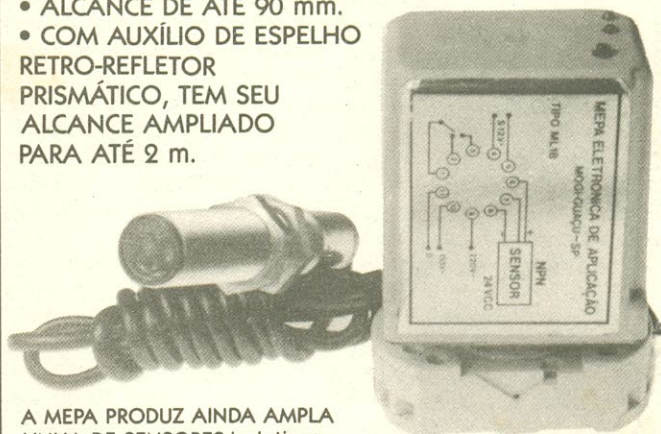
Painéis atraentes e sofisticados

Na cabine de passageiros, o painel vai ganhando uma aparência mais estética, possibilitada por *displays* fluorescentes ativados por microprocessadores. Modelos de luxo e até os modelos econômicos já exibem vários instrumentos eletrônicos em seus painéis. Mostradores digitais, *displays* com mensagens e *bargraphs* (mostradores tipo barra luminosa) estão pouco a pouco tomando o lugar das simples luzes indicadoras de tensão do alternador e pressão do óleo e dos instrumentos analógicos a ponteiro, usados há tantos anos.

Um dos mais elaborados tipos de mostradores alfanuméricos foi introduzido nos modelos de luxo da Ford para o ano de 80. Ele é do tipo fluorescente a vácuo e contém 20 caracteres de 14 segmentos, cada um com 6 mm de altura, distribuídos em duas linhas. Esse mostrador é capaz de exibir um total de 36 mensagens diferentes, relacionadas a 11 funções do veículo. As funções foram divididas em 3 níveis de prioridade: os avisos considerados críticos aparecem a cada intervalo de 4 segundos, incluindo alertas sobre freios inoperantes, baixa pressão do óleo ou alternador problemático; os alertas secundários referem-se, por exemplo, a portas destravadas e distância de duração do combustível, e são repetidos a cada 16 segundos; o terceiro nível de alerta, ou auxiliar, indica coisas como falta de água no limpador de pára-brisa ou luzes queimadas, e aparece sempre que a condição de alerta é detectada e, depois, toda vez que o motor

LANÇADO NO BRASIL O SENSOR REFLETIVO. EMISSION E RECEPTOR DE LUZ NUM MESMO ELEMENTO.

- SENTE SUPERFÍCIES BRILHANTES, OPACAS, TRANSLÚCIDAS. BASTA TER ALGUMA COR.
- ALCANCE DE ATÉ 90 mm.
- COM AUXÍLIO DE ESPELHO RETRO-REFLETOR PRISMÁTICO, TEM SEU ALCANCE AMPLIADO PARA ATÉ 2 m.



A MEPA PRODUZ AINDA AMPLA LINHA DE SENSORES indutivos, capacitivos, células fotoelétricas, temporizadores, controle de nível de óleo e vários outros equipamentos eletrônicos para a Indústria.

MEPA — ELETRÔNICA DE APLICAÇÃO
RODOVIA INTERNA M. GUAÇU — MOGI MIRIM, KM. 3
CEP 13.840 — CAIXA POSTAL 223 MOGI-GUAÇU — SP
FONES (0192) 61-1547 ou 61-2023

Especificações Técnicas

INJETOR DE SINAIS IS-2

Alimentação	1.5 VCC
Frequência	800 Hz
Forma de onda	quadrada
Amplitude	1.500 mV
Impedância	5.000 Ohms

GERADOR DE RÁDIO-FREQÜÊNCIA GRF-1

Alimentação	1.5 VCC
Frequência portadora	465 kHz e 550 kHz 1.100 kHz e 1.650 kHz (harmônicas)
Frequência de modulação	800 Hz
Amplitude de saída	650 mV
Nível de modulação (%)	20%
Impedância de saída	150 Ohms

PESQUISADOR DE SINAIS PS-2

Alimentação	1.5 VCC
Sensibilidade	15 mV
Impedância de entrada	100 kOhm
Potência de saída	20 mW

CARACTERÍSTICAS COMUNS A TODOS OS APARELHOS

- Corpo de plástico de alto impacto.
- Ponta de aço fina e afiada que permite colocá-la em lugares de difícil acesso, não desliza nem curto-circuita contactos próximos e até permite injetar ou tomar sinais de um fio encapado.
- Todos funcionam com uma pilha comum pequena.
- As pontas de entrada estão protegidas para até 250 VCA/CC
- Total garantia.
- Instruções, para seu uso com cada aparelho.



D.M. Eletrônica Ltda.

RUA CAMPEVAS, 86 — CASA - 1 — CEP 05016

FONE: 864-7561 — SÃO PAULO

Transdutores para a estrada

Todo fabricante de automóveis tem, em sua lista de prioridades, uma série de transdutores e atuadores para veículos, que sejam simples, robustos e de baixo custo. Sensores de temperatura, posição, pressão, nível de oxigênio e fluxo de combustível encontram farta aplicação, atualmente, nos automóveis (veja o artigo "Novas aplicações à vista para os sensores de silício", Nova Eletrônica n.º 48, pág. 73). Ainda um pouco intimidados pelo alto custo relativo de tais unidades, cada fabricante estabeleceu seu compromisso entre precisão, confiabilidade e preço.

Como primeiro exemplo, a Chrysler americana anunciou ter desenvolvido um exclusivo sensor de fluxo de ar, utilizando um termistor, para ser empregado em seu sistema de injeção de combustível, em 1981. Num laço de realimentação, o termistor tem sensibilidade suficiente para detectar oscilações num vórtice de ar, a partir do qual é calculada a vazão.

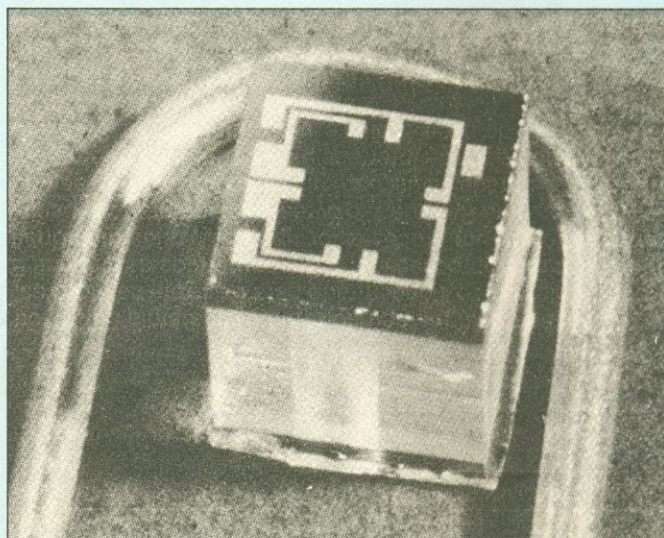
A Chrysler também desenvolveu seu próprio transdutor para medir fluxo de combustível. Uma pequena esfera, girando numa pista circular, no caminho do combustível, interrompe constantemente o feixe de luz existente entre uma fonte luminosa e um fotodetector. Desse modo, a razão de fluxo é uma função da frequência dos pulsos que deixam o detector. Apesar de parecer um tanto exótico, é bastante simples, confiável e satisfaz os requisitos estipulados pelas especificações da indústria.

A capacidade que os fabricantes de Detroit tem de produzir carburadores realimentados em grandes quantidades é devida, principalmente, ao desenvolvimento de um sensor de oxigênio de baixo custo, realizado pela Robert Bosch alemã. O sensor, feito de dióxido de zircônio, exibe uma brusca elevação de tensão justamente no ponto estequiométrico da razão ar/combustível, ponto em que o conversor catalítico demonstra maior eficiência. Esse sensor monitora continuamente o nível de oxigênio existente no gás de escape, devolvendo informações a um microcomputador, que se encarrega de ajustar a razão ar/combustível no carburador.

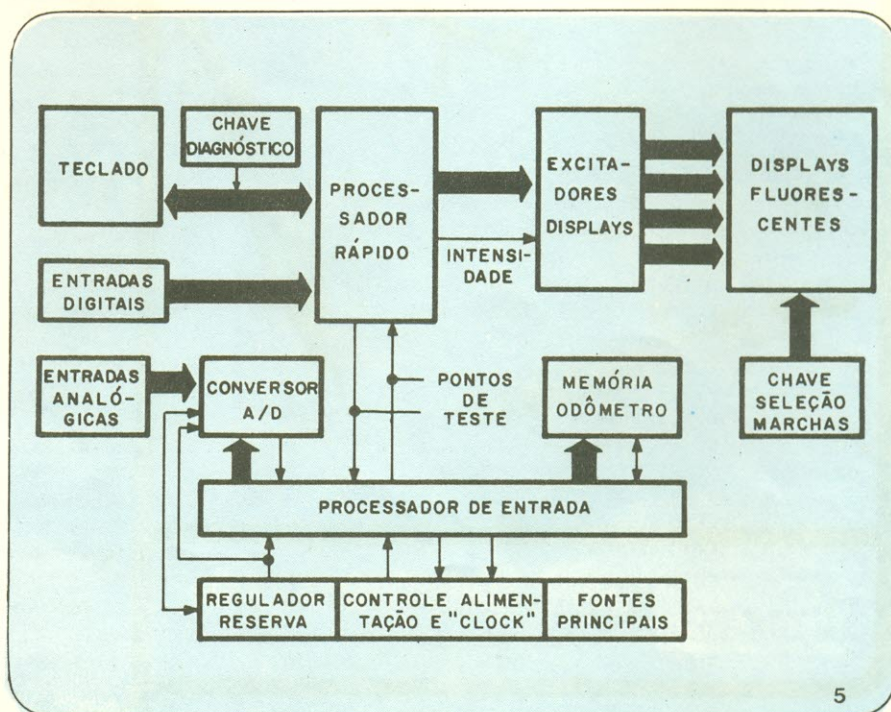
Outros controles existentes nos motores, como o distribuidor e a recirculação do gás de escape, requerem leituras precisas

do múltiplo de admissão e da pressão absoluta. Várias configurações de sensores foram produzidas para essa finalidade, incluindo os transdutores de pressão a semicondutor e os dispositivos capacitivos. A GM americana produz seu próprio transdutor monolítico de pressão, que utiliza um sensor de película fina sobre uma membrana de silício (veja figura), e está empenhada na fabricação de outros sensores e atuadores de baixo custo.

A divisão de semicondutores da Motorola acaba de introduzir no mercado sua linha de sensores de pressão denominada Xducer (Electronics, 25 set. 80, pág. 44 e NE n.º 48, pág. 73), que emprega um transdutor piezo-resistivo. Essa nova linha pode ser encontrada na versão simples, apenas com o transdutor básico, ou em um módulo, contendo os circuitos necessários à interface com um microprocessador.



Painel distribuído — Um par de microcomputadores 6801, da Motorola, rege as múltiplas funções do novo painel eletrônico da Chrysler. O rápido processador monitora o teclado e atualiza o display, enquanto o processador de entrada renova as informações.



GRÁTIS!

**CURSO DE CONFEÇÃO
DE CIRCUITO IMPRESSO**

DURAÇÃO: 3 HORAS • DADOS NUM DIA SÓ
APOSTILADO E C/ TAREFA PRÁTICA
LOCAL: CENTRO DE S.P. (próx. Est. Rodov.)
INF. E INSCR. TELS.: 247-5427 e 246-2996-SP
Uma realização CETEISA

é posto em marcha. Além disso, cada alerta crítico e secundário é acompanhado por um sinal audível. Um conjunto separado de botões pode ser usado para se obter informações sobre a viagem, tais como distância percorrida, tempo decorrido, distância até o local de destino e consumo instantâneo de combustível.

Para o ano de 81, a Chrysler introduziu o primeiro odômetro realmente eletrônico, como parte do painel de instrumentos do modelo *Imperial*. Dois microcomputadores 6801, da Motorola, e um excitador de *display* especializado compõem o sistema interno (figura 5).

O relógio eletrônico do painel mostra não somente a hora, mas também o mês, o dia do mês e o tempo decorrido. A velocidade do veículo é apresentada por numerais de 1,5 cm de altura e até mesmo a indicação de marchas foi transferida para o painel fluorescente azul. A marcha selecionada é representada por um quadro móvel, que forma o símbolo adequado.

O nível de combustível é indicado como CHEIO enquanto há pelo menos 14 galões no tanque; abaixo desse nível, o número de galões (ou litros) é apresentado numericamente, até alcançar o nível mínimo de 2 galões, quando então aparece a palavra VAZIO, piscando continuamente. Um fotodetector observa constantemente a luz ambiente, ajustando assim o brilho do *display*.

O painel de instrumentos traz ainda um teste tipo diagnóstico embutido, que efetua checagens nos microcomputadores, nas comunicações interprocessadores e nas memórias. O resultado dessas verificações são apresentadas no *display* do odômetro, sob os códigos OPERANDO ou FALHA, seguidos pelos números de teste.

Enquanto isso, na Europa, onde os carros pequenos estão cada vez mais parecidos entre si, os engenheiros automobilísticos também consideram o painel como um trunfo para ganhar mais usuários. Eles também estão desenvolvendo computadores de viagem, à exemplo dos japoneses. Trabalhando em conjunto com a Siemens, a BMW, por exemplo, desenvolveu um sistema que executa 15 funções relacionadas ao dirigir e às condições relacionadas ao carro. A firma Nissan dispõe de um sistema de relógio digital e de um par de computadores de viagem, diferentes em complexidade, instalados somente em carros do mercado nacional.

Criando diversidade?

A SGS-ATES Componenti Elettronici SpA, sediada nas proximidades de Milão, um dos fornecedores de integrados para a indústria de automóveis, está empenhada na produção de um microcomputador 3870, destinada a um computador de viagem a ser fabricado a partir do próximo ano. Além disso, a companhia já conta com uma tecnologia para combinar memórias não-voláteis com circuitos digitais, tudo numa só pastilha; esses integrados deverão estar sendo oferecidos a partir do meio do ano.

De sua parte, a Volkswagen alemã acha que a maioria dos computadores de viagem existentes requerem atenção demasiada do motorista. "A necessidade de apertar aqueles botões num espaço reduzido e observar os resultados pode desviar a atenção do motorista e colocá-lo em situações verdadeiramente perigosas, no trânsito ou na estrada", de acordo com Karsten Ehlers, chefe do desenvolvimento de sistemas eletrônicos automotivos da companhia. Por essa razão a VW preocupa-se atualmente em desenvolver um computador simples de viagem, que exija apenas ligeiros olhares de quem está dirigindo; deverá ser incluído no modelos de 82.

Outro sistema eletrônico projetado pela Volks é o indi-

cador para troca de marcha, que já está sendo instalado nos modelos econômicos. Empregando os valores de pressão do múltiplo e a velocidade do motor, o sistema determina o momento ideal para se mudar para a marcha seguinte e indica esse momento por meio de um LED.

As inovações eletrônicas introduzidas na cabine de passageiros não terminam com os computadores de viagem e os *displays* digitais. À medida que os carros vão se tornando menores, os fabricantes vão adicionando mais e mais "apoios eletrônicos", a fim de valorizar seus veículos e atrair o interesse do consumidor. É por esse caminho que deverão seguir todos os fabricantes, no futuro.

A Ford, por exemplo, introduziu em seus carros a abertura de portas sem chaves e rádios PX baseados em microprocessadores. O nivelamento eletrônico de carga sobre o motor, que foi oferecido, pela primeira vez, como equipamento padrão dos carros GM 79, de luxo, tende a tornar-se uma opção cada vez mais comum. Ademais, vários testes estão sendo conduzidos para determinar como aproveitar melhor a fala sintetizada nos automóveis; por esse lado, será bastante comum, dentro de alguns anos, a presença de vozes alertando ou informando o motorista. Outras inovações, como controles eletrônicos de transmissão, também estarão presentes, apesar de menos aparentes ao usuário.

Trocando a marcha eletronicamente

Os europeus continuam insistindo no desenvolvimento de transmissões controladas eletronicamente. Nos últimos tempos, esforçam-se para produzir um acionamento continuamente variável, capaz de poupar ainda mais combustível, pela transmissão do torque do motor à velocidade ideal do mesmo.

A Fiat italiana, por exemplo, iniciou os trabalhos para desenvolver, juntamente com a firma holandesa Van Doorne-Transmissie, uma transmissão continuamente variável. A nova caixa de câmbio, denominada *Transmatic*, não deverá custar mais que aquela tradicional, e proporcionará uma economia de 8% em combustível, se comparada a uma transmissão automática normal. Essa transmissão é constituída por uma cinta de borracha, reforçada com faixas concêntricas de aço, onde são fixados blocos temperados, também de aço. Essa correia corre por duas polias, cujo diâmetro varia através da atuação de um sistema eletrônico, que por sua vez responde à velocidade do veículo, do motor e regulação do afogador.

A Renault também trabalha sobre tais transmissões. Ela espera poder lançar uma delas, com uma elevada razão de marcha, em 1985. Nesse caso, o controle de transmissão estará acoplado a outros parâmetros do veículo, a fim de selecionar a combinação ótima para a razão de marcha, velocidade do motor e mistura no carburador. "Será necessário descoplar pedal do acelerador da válvula do carburador", explica Pierre Bouthors, diretor de estudos avançados da Renault. O sistema de controle eletrônico irá não só selecionar a marcha adequada, como também examinar certos parâmetros, como a velocidade do veículo, a do motor e a posição do pedal do acelerador.

Mais um sistema eletrônico, desta vez da Volkswagen, também pretende reduzir o consumo de combustível. O novo controle, de operação simples, funciona da seguinte forma: toda vez que o carro for obrigado a parar em um sinal vermelho, o motorista irá acionar um pequeno botão, situado na extremidade do controle do limpador de pára-brisa; o motor desligará e, quando o sinal ficar verde, tudo o que será preciso fazer será pisar no acelerador, e o motor "pegará" normalmente. Ele já está em instalação nos modelos de 1981.

Os novos CIs para controle de discos flexíveis

Disquete, floppy-disk, disco flexível são três nomes para o mesmo meio de armazenagem, que vem se impondo cada vez mais entre os usuários de mini-e microcomputadores. Já foi abordado por nós há algum tempo (NE n.º 9, novembro 77), mas vale a pena voltar ao assunto, agora examinando mais detalhadamente a parte eletrônica do "gravador para discos flexíveis", ou seja, da unidade destinada a gravar e reproduzir dados através de tais discos.

A unidade para discos flexíveis já é o dispositivo mais popular de armazenagem de dados em sistemas de mini — e microcomputadores. Foi graças ao seu breve tempo de acesso, sua confiabilidade e seu baixo custo por bit que os discos flexíveis atingiram tal popularidade na estocagem em massa de dados.

Os dados, nas unidades de disquetes, são armazenados e recuperados sob a forma de uma corrente de dados serializados, sob influência de um *clock* próprio: assim, é preciso dispor de um meio que separe, depois de lidas as informações, o sinal de *clock* daquele que representa os dados e que ordene novamente esses dados em paralelo, a exemplo de como eram, antes de serem guardados em disco.

Além disso, as informações são estocadas em pistas individuais dos discos, exigindo o controle de um motor a passos (ou *stepper*), para que a cabeça de escrita e leitura seja deslocada para as pistas devidas (veja o quadro "O que é um disco flexível?" e também o artigo "O diskette", publicado na NE n.º 9, págs. 80/84). A sincronização de bytes também é necessária, a fim de assegurar que os dados colocados em paralelo estejam sempre montados corretamente. Após juntar todos esses requisitos de uma unidade de discos flexíveis, o projetista poderá chegar à conclusão de que serão necessários 40 ou mais integrados TTL para formar o controlador de que precisa.

Para poupar espaço de circuito impresso e todo o tempo de projeto que isso iria demandar, foi produzida uma série de circuitos integrados LSI, reunindo todas as funções necessárias para controlar a unidade de discos flexíveis e ainda servir de *interface* entre ela e o computador. Um exemplo de integrados específicos desse tipo é o conjunto oferecido pela Western Digital, formado pelo 1771-01 e pela família 179X-02. São todos integrados fabricados pela tecnologia MOS de canal N e portas de silício, de 40 pinos, e totalmente compatíveis com TTL. A família 179X-02 representa uma evolução do 1771-01, com algumas características adicionais para realizar funções mais complexas. Este, porém, continua a ser utilizado nas versões mais simples de unidades de disquete.

O diagrama de blocos

Na figura 1 podemos ver o diagrama de blocos básico,

comum a todos esses integrados, exceto por algumas pequenas diferenças; para simplificar, representamos apenas o diagrama correspondente aos membros da família 179X. Os vários blocos tem suas funções detalhadas a seguir:

Registrador para deslocamento de dados (*data shift register*) — registrador 8 bits que organiza os dados serializados vindos da entrada de leitura de dados (FD DATA), durante as operações de leitura, e transfere dados serializados à saída de escrita de dados (WRITE DATA), durante as operações de escrita.

Registrador de dados (*data register*) — registrador de 8 bits, utilizado como retentor de dados durante as operações de leitura e escrita de discos. Os dados são sempre deslocados em paralelo entre este registrador e o anterior.

Registrador de pistas (*track register*) — registrador de 8 bits que retém o número da pista em que a cabeça de escrita/leitura está posicionada, a cada momento. Ele é incrementado de um passo a cada avanço da cabeça (em direção à pista 76) e decrementado, também de um passo, a cada retrocesso da cabeça (em direção à pista 00).

Registrador de setor (*sector register*) — registrador de 8 bits que retém o endereço da posição desejada de setor.

Registrador de comando (*command register*) — registrador de 8 bits que contém o comando que está sendo executado, a cada momento.

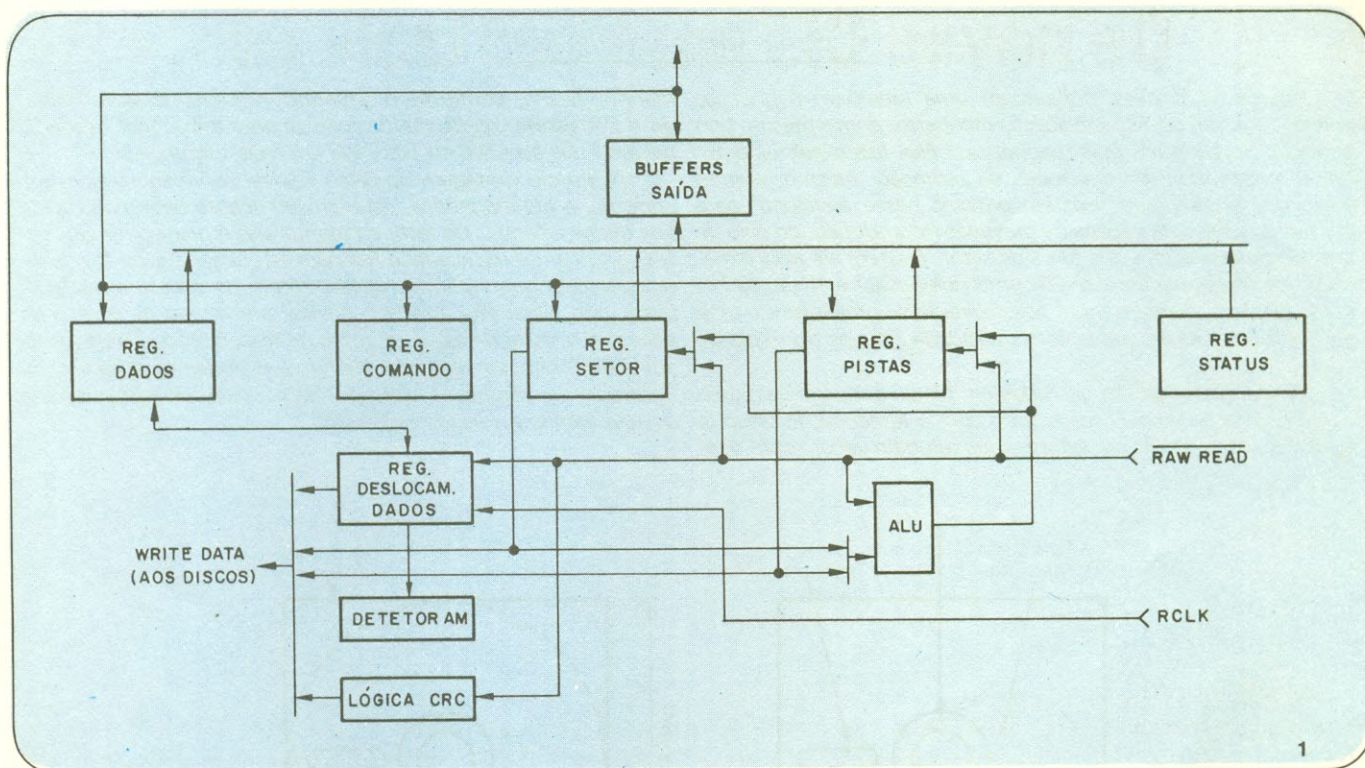
Registrador de status (*status register* — *STR*) — registrador de 8 bits que retém a informação de status do dispositivo. O significado dos bits de status é uma função do conteúdo do registrador de comando.

Lógica CRC — lógica usada para verificar ou gerar a checagem de redundância cíclica (*cyclic redundancy check* — *CRC*), cujo polinômio é $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$.

Unidade lógica/aritmética (*ALU*) — comparador, incrementador e decrementador serializado, utilizado para modificações em registradores e comparações com o campo gravado do disco.

Detector AM — detector de marcação de endereço (*address mark detector*), usado para captar indicações de endereço de dados e indexações, durante as operações de leitura e escrita.

Temporização e controle — lógica que produz todos os controles de interface para o computador e para a unidade



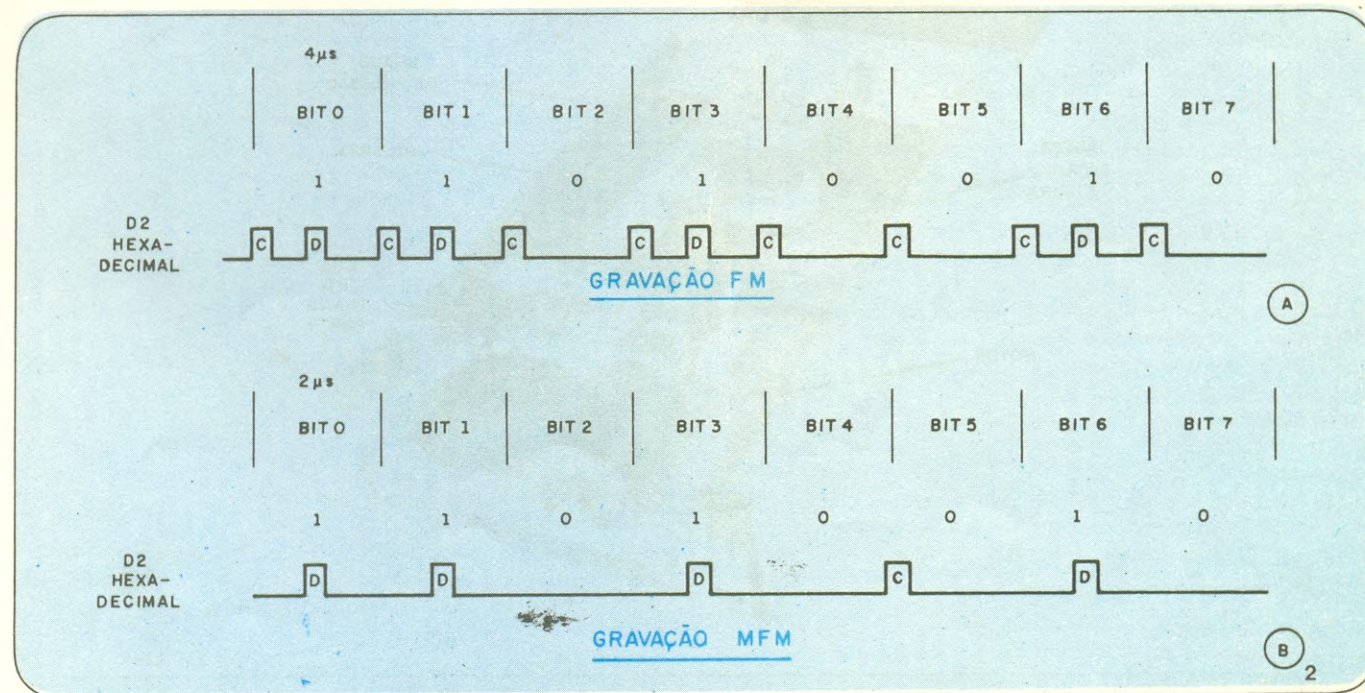
de discos. A temporização interna do elemento é gerada através de um clock externo de 2 MHz, a cristal.

Os formatos de gravação

Existem dois métodos principais de se gravar dados em discos flexíveis: o de frequência modulada (FM), adotado como padrão IBM 3740, e o de frequência modulada modificada (MFM), ou Sistema 34, que possibilita a gravação com dupla densidade. Ambos estão representados na figura 2, "escrevendo" o byte hexadecimal D2.

No formato FM, os 8 bits de dados são divididos em "células de bits". Cada célula dessas começa com um pulso de *clock* e o centro da mesma define o dado: se o bit for um "0", não existe pulso de dado; e se o bit for um "1", "escreve-se" um pulso no centro da célula. Para os discos de 8 polegadas, os pulsos de clock estão afastados de 4 μ s.

No formato MFM, os pulsos de *clock* são decodificados na própria corrente de dados. O byte é também partido em células de bits, com o bit de dado alojado no centro da célula, caso o bit seja "1". Neste caso, porém, os pulsos de *clock* só aparecem se estiverem cercados por dois "0" de dados (na figura, isto só ocorre entre as células 4 e 5). Com



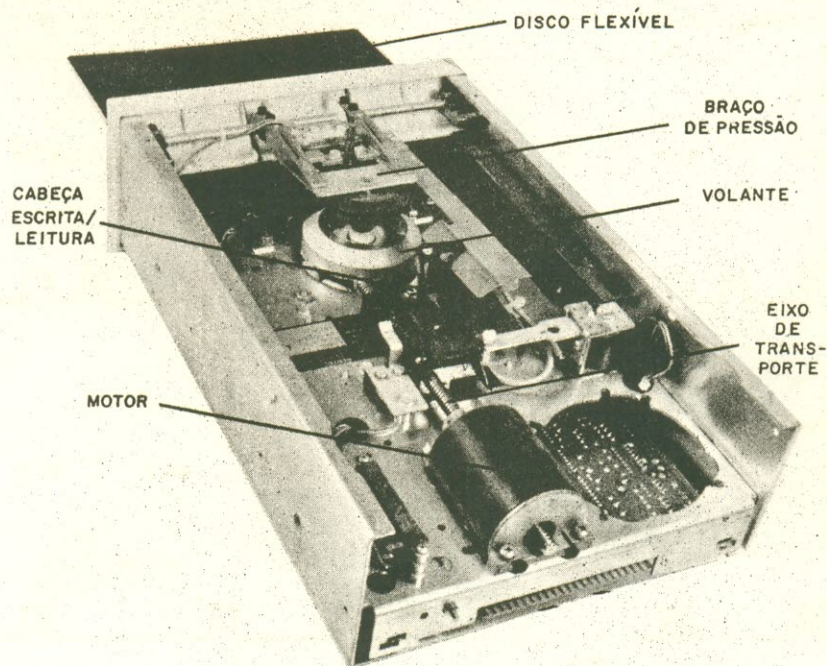
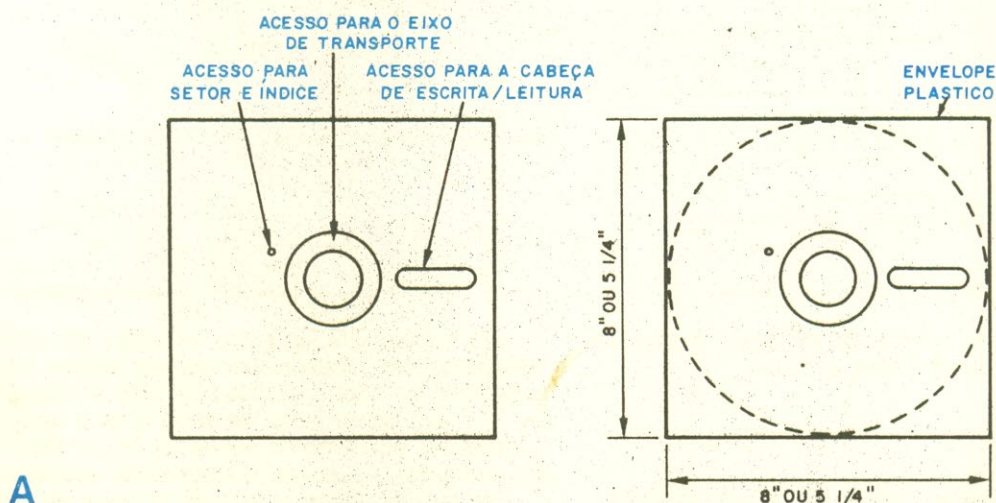
O que é um disco flexível?

Os discos flexíveis constituem uma memória magnética, pois não passam de discos plásticos recobertos com o mesmo tipo de óxido utilizado em fitas magnéticas. Eles ficam permanentemente encerrados em envelopes de proteção, mesmo quando em uso; naturalmente, existem orifícios nesse envelope, para permitir o acesso da cabeça de gravação/reprodução, do eixo de transporte e da leitora dos furos de setor. Existem em dois tamanhos, de aproximadamente 20 cm (8 polegadas) e 13 cm (5 1/4 polegadas) de diâmetro, com possibilidade de gravação em uma ou ambas as faces e ainda com densidade simples ou dupla de dados.

As informações são gravadas em pistas concêntricas, cujo número varia de 35 a 77, de acordo com o tamanho do disco; e as pistas são divididas em setores, que também variam com o ta-

manho. Assim, conforme o tamanho, número de faces utilizado e densidade, os discos flexíveis podem armazenar desde 80 mil até 1 milhão e 600 mil bits cada um (veja a figura A).

A grande vantagem do disco flexível sobre seu maior concorrente, a fita magnética, está em seu acesso bem mais rápido aos dados visados. De fato, enquanto que é preciso, muitas vezes, avançar ou retroceder a fita para se chegar aos dados de interesse, o disquete permite acesso direto da cabeça a qualquer pista. Isso possibilita ao disco flexível um tempo de acesso de apenas 6 milissegundos e um ritmo de transferência de dados de até 250 000 bits por segundo. Na figura B podemos observar um "gravador de disquete", visto por baixo, exibindo a maior parte de seus elementos eletromecânicos.



esta codificação, os pulsos podem ocorrer a cada 2, 3 ou 4 μ s; no caso exemplificado, o tempo é de 2 μ s. Dessa forma, pode-se gravar o dobro de dados nos discos flexíveis, sem elevar a frequência de gravação.

Tanto o 1771 como a família 179X são compatíveis com o sistema FM ou IBM 3740. Porém, apenas a última aceita o sistema MFM, que, como dissemos, permite gravar dados com densidade dupla. Devido a isso, os componentes da família 179X dispõem, além dos circuitos existentes no 1771, de detecção de marcação de endereço (*address mark detection*), lógica de codificação e decodificação para MFM, extensão de "janelas" (*window extension*) e pré-compensação de escrita. De resto, são idênticos ao 1771 no *interface* com o computador, no conjunto de instruções, nos registradores de entrada/saída e no controle de cabeça.

Características da família 179X-02

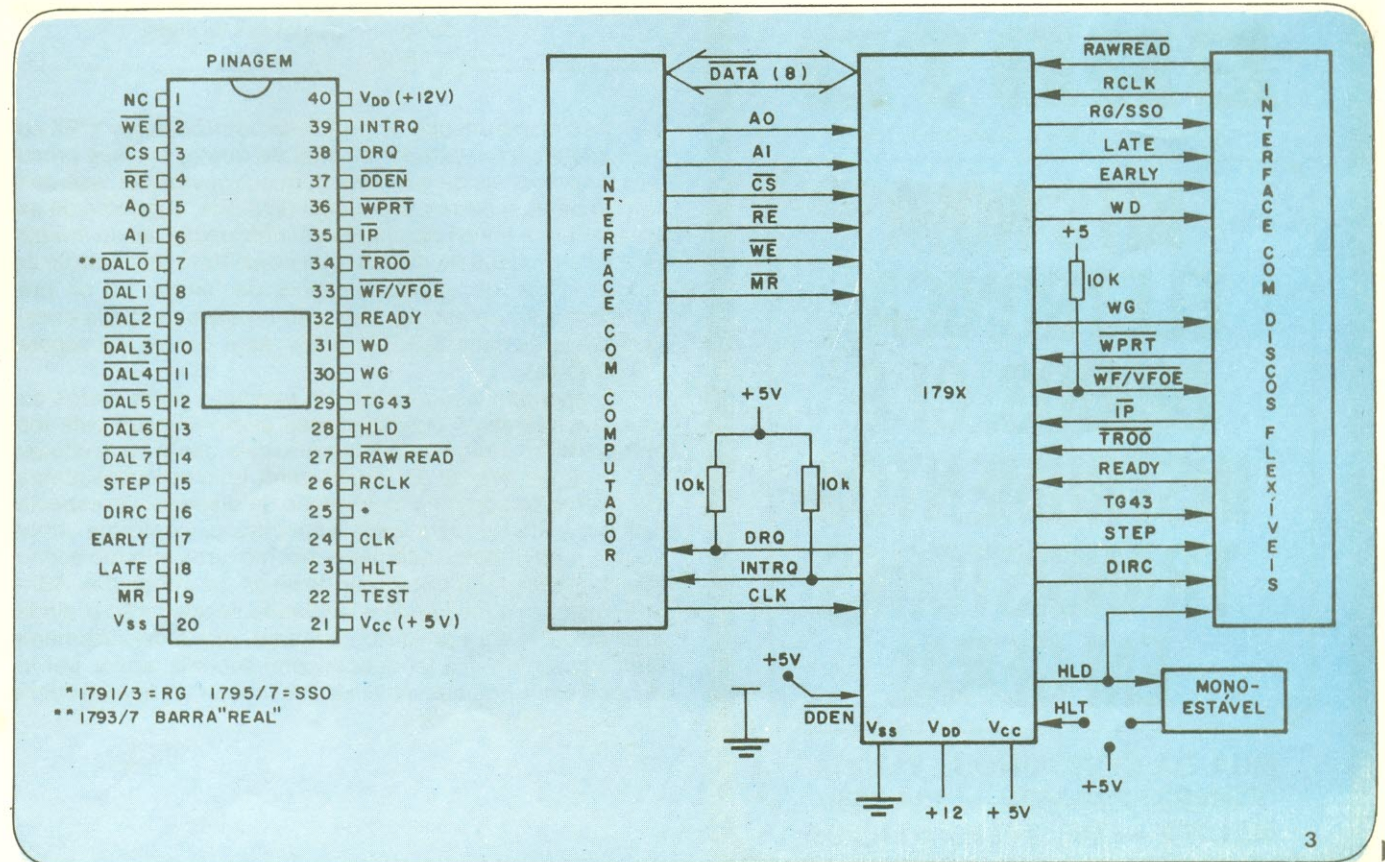
Pelo fato da família 179X incluir todas as funções existentes em seu antecessor, o 1771, vamos nos restringir à análise de seus componentes e, indiretamente, estaremos falando também deste último.

Essa família é composta por seis integrados (do 1791 ao 1795 e mais o 1797), que exibem apenas pequenas diferenças entre si. Dos seis, somente o 1792 e o 1794 aceitam exclusivamente densidade simples; os outros quatro aceitam tanto a simples como a dupla. O 1793 é idêntico ao 1791, exceto pelas linhas de acesso de dados (DAL), que são do tipo "real", destinadas a sistemas que utiliza barras "reais" de dados (o 1791, em oposição, utiliza linhas de dados do tipo "invertido"). E o par 1795/7 possui uma saída para seleção da face do disco, em unidades de disquetes que efetuam gravações em ambas as faces dos discos flexíveis. Assim, a família cobre todas as possibilidades existentes

em unidades de discos magnéticos flexíveis.

A figura 3 nos mostra a pinagem básica da família 179X e ainda um diagrama de blocos típico da interligação de qualquer membro da mesma com o *interface* do computador e com a unidade de discos. Para melhor compreensão dessa parte, vamos detalhar um pouco mais a função de cada pino representado:

nº e símbolo do pino	nome	função
1/NC	sem conexão	
19/MR	master reset	reset geral
20/Vss		terra
21/Vcc	alimentação	+ 5 V $\pm 5\%$
40/VDD		+ 12 V $\pm 5\%$
2/WE	write enable (habilitação de escrita)	um nível "0" nessa entrada entrega dados das linhas DAL para o registrador selecionado, qdo. CS está em "0".
3/CS	chip select (seleção de CI)	um nível "0" nesta entrada seleciona o CI e permite a comunicação do computador com o dispositivo.
4/RE	read enable (habilitação de leitura)	um nível "0" nesta entrada controla a entrada de dados de um registrador para as linhas DAL, qdo. CS está em "0".
5-6/A0-A1	linhas de seleção de registradores	selecionam os registradores p/ receber/transferir dados das/para as linhas DAL, sob controle de RE e WE.
7 a 14 DAL0 a DAL7	linhas de acesso de dados	
24/CLK	clock	2 MHz para discos de 8 polegadas/ 1 MHz para mini-discos



38/DRQ	(requisição de dados) data request	saída de dreno aberto que indica que o DR contém dados, nas operações de leitura, ou que o DR está vazio, nas operações de escrita.
39)INTRQ	interrupt request (interrupção de requisição)	saída de dreno aberto que está em <i>set</i> qdo. é concluído algum comando; e está em <i>reset</i> qdo. o registro de Status é lido ou o registr. de comando recebe dados.
15/STEP	passos	saída que produz um pulso a cada passo do motor
16/DIRC	direction (direção)	saída que fica em "1" c/ o motor avançando e em "0" c/o motor retrocedendo.
17/EARLY	com antecedência	saída que qdo. em "1" indica que o pulso WRITE DATA deve ser deslocado c/ antecedência, para se efetuar a pré-compensação de escrita.
18/LATE	com atraso	saída que qdo. em "1" indica que o pulso WRITE DATA deve ser deslocado c/atraso, para a pré-compensação de escrita.
22/TEST	teste	usado apenas p/efeito de teste
23/HLT	head load timing (temporização da cabeça)	entrada que c/ nível "1" indica que a cabeça está a postos.
25/RG	read gate (1791/3) (porta de leitura)	usada para sincronização
25/SSO	side select output (seleção de face) (1795/7)	
26/RCLK	read clock (recepção de clock)	
27/RAW READ	leitura	signal de entrada vindo diretamente da unidade de discos.
28/HLD	head load (controle da cabeça)	controla a aplicação da cabeça ao disco flexível.
29/TG43	track greater than 43 (pista superior a 43)	informa à unidade de discos que a cabeça está entre as pistas 44 e 46.
30/WG	write gate (porta a escrita)	saída válida antes de se efetuar a escrita
31/WD	write data (escrita de dados)	
32/READY	pronto	indica se o disco está pronto ou não para receber ou fornecer dados.
33/WF/VFOE	write fault VFO enable (falha na escrita/ habilitação de VFO)	signal bidirecional usado para indicar falhas durante a escrita e para habilitar o separador externo de dados.
34/TROO	track OO (pista OO)	entrada que informa o dispositivo que a cabeça está sobre a pista OO.
35/IP	index pulse (pulso de indexação)	entrada que informa o dispositivo qdo. é encontrado um orifício de indexação no disco.
36/WPRT	write protect (proteção de escrita)	entrada consultada sempre que um comando de escrita é recebido.
37/DDEN	double density (dupla densidade)	seleciona operação em densidade de simples ou dupla.

BARTÔ

REPRESENTAÇÕES E COMÉRCIO LTDA.

**KITS NOVA
ELETRONICA,
DIODOS, CI E
INSTRUMENTOS
TRANSISTORES
EM GERAL**

RUA DA CONCÓRDIA, 312/314
FONES: 224-3699 — 224-3580
RECIFE — PE. TELEX 0112201

Assim, resumindo, a família de controladores 179X comunica-se com o exterior através de quatro classes principais de portas: as de *interface* com o processador, que consistem de uma barra bidirecional de 8 bits, controles de escrita/leitura e linhas opcionais de interrupção; as de *interface* com a unidade de discos, que consistem de controle do motor, sinais de escrita e sinais de leitura; as de pré-compensação de escrita, para uso no caso de dupla densidade; e as de separação de sinais, para uso de um separador de dados.

Este é apenas um pequeno exemplo, entre tantos outros, das inúmeras possibilidades demonstradas pela tecnologia MOS integrada em larga escala, tanto na produção de componentes de aplicação geral (microprocessadores, por exemplo), como na idealização de dispositivos especializados, voltados para usos específicos, conforme vimos aqui. E o resultado é sempre o mesmo: uma enorme economia de espaço, ao substituir dezenas de integrados SSI e MSI, maior confiabilidade e facilidade de aplicação e, ainda, uma razoável economia no consumo, que é drasticamente reduzido. Enfim, é a tendência geral seguida, agora, por todo equipamento que envolva um conjunto relativamente complexo de operações.

Tudo (ou quase tudo) sobre microfones

Lucio Biancoli

Os microfones, em suas inúmeras versões, constituem uma das principais fontes de sinal empregadas nos amplificadores, gravadores e transmissores. Para que se possa desfrutá-los da forma mais racional, com as eventuais correções de resposta e com a devida consideração aos efeitos da tensão de saída, da direcionalidade e do "casamento" de impedâncias, é preciso conhecer a fundo suas prestações e características, além de seu comportamento dinâmico. Tentarei sintetizar tudo isto neste artigo, tornando as possibilidades bem claras àqueles que devem escolher ou utilizar um microfone.

É muito provável que todo aquele se interessa por eletrônica tenha já uma certa experiência, por pequena que seja, em amplificadores, prês, sintonizadores, alto-falantes, toca-discos e, eventualmente, gravadores cassete e de rolo. No entanto, a experiência de muitos falha justamente num dos elementos-chave que inter-vêm qualitativa e quantitativamente no campo da reprodução sonora, seja em relação à amplificação direta, ou à transmissão e gravação. Esse elemento é o microfone.

É preciso estar ciente de que o microfone, afinal, é o ponto de partida de qualquer programa fônico e que, com o contínuo progresso das tecnologias relativas à alta fidelidade, a perfeita compreensão de seu princípio de funcionamento é vital, para que se possa escolher o microfone mais adequado a cada situação e utilizá-lo da forma mais adequada.

Não é o intento deste artigo fazer distinção detalhada entre microfones comerciais e profissionais. Entre os da primeira categoria, existem vários modelos a bom preço, tais como os piezoelétricos, os de relutância variável, os dinâmicos, os de fita, cujas prestações são, contudo, limitadas e inferiores. De fato, sua resposta fica limitada entre uma frequência mínima de 70 e uma máxima de 6 ou 7 mil hertz; o nível de saída, em geral, é razoável, característica que os distingue dos de qualidade superior, nos quais a vantagem de uma faixa mais

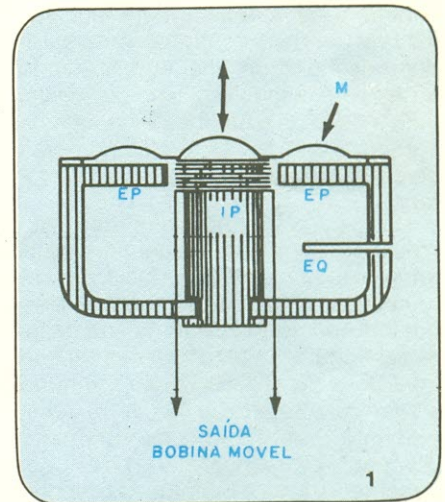
extensa (entre 20 e 20 000 Hz, quase totalmente plana) se contrapõe ao inconveniente de um sinal de saída bastante fraco, o que exige uma boa pré-amplificação, para se obter um sinal de amplitude adequada.

Existem muitas formas de se transformar a energia sonora em elétrica, mas me limitarei a considerar apenas as três principais, que dão origem aos microfones dinâmico, de eletreto e de fita.

Os microfones dinâmicos

Em sua estrutura fundamental, os microfones dinâmicos podem ser diretamente comparados aos alto-falantes magneto-dinâmicos comuns. Tanto um como o outro dispõem de um circuito magnético com um ímã permanente, no interior do qual se desloca uma bobina móvel. A diferença é que, no alto-falante, faz-se passar uma corrente elétrica pela bobina, com a conseqüente produção de um campo magnético, cujas características correspondem exatamente àquelas do sinal de voz, proveniente do amplificador. A influência mútua entre esse campo variável e o campo fixo do ímã provoca deslocamentos axiais da bobina, os quais, sendo transferidos ao cone ao qual está acoplada, vão agitar o ar em redor, produzindo os sons desejados.

Com o microfone dinâmico ocorre



Vista lateral em corte de um microfone dinâmico, onde se pode visualizar sua estrutura interna. Temos identificados o ímã permanente (IP), a membrana (M), as expansões polares (EP) e o equalizador de pressão (EQ).

exatamente o oposto (figura 1): a parte cilíndrica central, denominada IP, é o próprio ímã permanente, que produz um campo intenso e constante. A magnetização, aqui, tem sentido longitudinal, ou seja, os pólos magnéticos estão localizados nas extremidades superior e inferior do ímã. Um "recipiente" de ferro doce, parcialmente fechado em sua parte superior, constitui a expansão polar (EP), levando o pólo sul do ímã para perto de seu pólo norte. A ponta de cima do ímã encon-

tra-se centrada e nivelada com uma pequena placa circular de ferro doce, que fecha o "recipiente", deixando um furo no centro; nesse orifício central está centralizado o imã cilíndrico.

Sobre esse plano superior, por meio da interposição de um anel distanciador, é aplicada uma membrana semi-rígida, de formato especial, e feita de papelão prensado (como os cones de alguns alto-falantes), plástico ou alumínio. No caso ilustrado, a membrana M possui algumas "corcovas", estando uma delas centrada precisamente em relação ao disco superior. Logo abaixo dessa cúpula central, é colada a bobina móvel, que consiste de um certo número de espiras de fio de cobre, esmaltado e de bitola bastante reduzida, montadas bem juntas entre si e fixadas através de um adesivo adequado. Desse modo, a bobina adquire a rigidez necessária, tornando-se um corpo homogêneo, podendo ser acoplada à face interna da membrana, sem problemas.

Na presença de ondas sonoras, essa membrana começa a oscilar, deslocando-se para dentro e para fora, levando consigo, nesse movimento, a bobina a ela acoplada. Esta, por sua vez, vai "cortar" continuamente as linhas de fluxo do imã, apresentando assim, em seus terminais de saída, uma tensão de amplitude e frequência correspondentes às ondas sonoras percebidas pela membrana do microfone.

No espaço interno delimitado pelo "recipiente" metálico, geralmente é introduzido um pequeno tubo, em comunicação com o ar ambiente externo, individualizado como EQ no desenho da figura 1. Tal tubo tem a função igualar as pressões externa e interna e suas características (diâmetro, comprimento e estrutura) vão determinar boa parte da resposta do microfone, juntamente com a membrana e a bobina móvel, além do campo produzido pelo imã permanente.

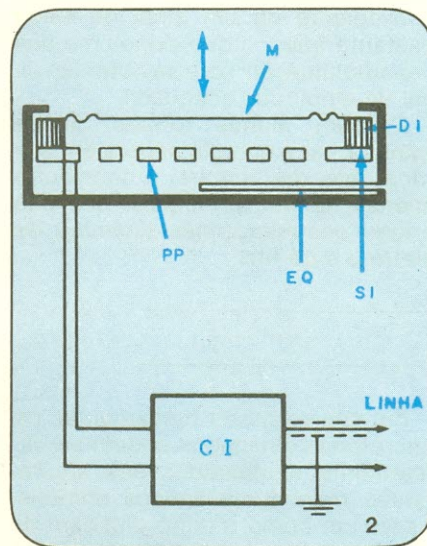
Assim, ao contrário do que ocorre com a bobina dos alto-falantes, à qual se aplica um certo nível de energia elétrica, para se obter um nível correspondente de energia mecânica, a bobina dos microfones dinâmicos recebe uma certa dose de energia mecânica, transmitida pela membrana em vibração, para se obter na saída do mesmo uma dose correspondente de energia elétrica.

Os microfones dinâmicos são famosos pela sua robustez e pela sua confiabilidade. De fato, operam sem nenhuma fonte de alimentação, podem apresentar diversos valores de impedância, de acordo com as características da bobina móvel, oferecem

excelentes préstimos, no que se refere à sensibilidade e curva de resposta, além de serem de confecção relativamente simples. Existem microfones dinâmicos de tipo econômico, assim como profissionais, estes com características tais, a ponto de permitir sua utilização em estúdios de gravação e transmissão, onde os requisitos são bastante rigorosos.

Em termos gerais, porém, são transdutores de baixa ou média impedância, no sentido de que a bobina não pode contar com um número suficientemente elevado de espiras para oferecer diretamente um alto valor de impedância de saída; a massa da bobina iria tornar-se excessiva, comprometendo o rendimento e o comportamento qualitativo do microfone.

Por esse motivo, a saída da bobina móvel é freqüentemente ligada a um transformador microfônico (que não aparece na figura), visando adaptar a mesma à entrada de pré-amplificadores, que em geral apresentam uma alta impedância de entrada. Por isso é que é possível encontrar microfones dinâmicos dotados de transformador microfônico, embutido ou para se instalar diretamente no pré-amplificador.



Vista da estrutura interna de um microfone eletrostático ou capacitivo. Estão individualizados o distanciador isolante (DI), a membrana metálica (M), a placa perfurada (PP), o equalizador de pressão (EQ) e o conversor de impedâncias (CI).

Os microfones capacitivos

Observando a figura 2, pode-se constatar que o microfone capacitivo (ou eletrostático) consiste, substancialmente, de uma membrana metálica (M) bastante leve, de formato circular,

que é fixada sobre dois distanciadores isolantes (DI), como se fosse uma simples tampa. Próximo à sua borda, essa membrana apresenta algumas ondulações concêntricas, que a tornam ainda mais suscetível à vibração do ar, na direção desejada.

Em oposição ao distanciador isolante, é alojada uma placa perfurada (PP), que constitui o segundo eletrodo. Assim sendo, a membrana metálica e a placa formam um verdadeiro capacitor, cujo dielétrico é composto, parte pelo próprio distanciador anular, parte pelo ar presente entre as "placas" desse grande capacitor.

O conjunto é acomodado em um invólucro especial, muitas vezes dotado também de um tubo equalizador de pressão (EQ), com o mesmo objetivo de igualar pressões.

As perfurações na placa visam facilitar os movimentos da membrana, permitindo um deslocamento mais livre do ar no interior do microfone. Se tais orifícios não houvessem sido previstos, as compressões e rarefações do ar interno iriam opor uma certa resistência à vibração da membrana, comprometendo assim a sensibilidade do microfone todo. Fazendo, ao contrário, o ar percorrer livremente o espaço interno do invólucro, juntamente com a equalização proporcionada pelo tubo EQ, evita-se tal efeito e se obtém um comportamento mais eficaz e satisfatório por parte do microfone capacitivo.

Os microfones capacitivos também trabalham com um excelente desempenho, no que se refere à resposta em frequência, mas tem uma sensibilidade de muito limitada. Seu princípio de operação baseia-se na aplicação de uma tensão CC entre os dois terminais do capacitor, e de valor elevado, para se conseguir boa sensibilidade.

Quando a membrana vibra, por efeito das ondas sonoras, tende a aproximar-se e afastar-se ritmicamente, seguindo a impulsão delas, em relação à placa perfurada, determinando assim as variações capacitivas. Essas variações são captadas sob a forma de variações de tensão, graças à diferença de potencial existente entre os dois eletrodos.

Assim concebido, o microfone capacitivo exibe uma impedância bastante elevada, tornando-se extremamente suscetível à captação de ruídos de fundo e sinais parasitas, principalmente os de natureza eletrostática. Por esse motivo, no próprio invólucro do microfone é instalado um conversor de impedâncias (CI), constituído de um ou mais estágios amplificadores, responsável pela baixa ou média impedância de saída do microfo-

ne. Assim, o microfone pode ser conectado a uma linha relativamente extensa, sem apresentar os inconvenientes já citados.

Com relação ao microfone dinâmico, pode-se dizer que o capacitivo apresenta características superiores, ao menos no que diz respeito à resposta, mas tem a desvantagem de sua sensibilidade reduzida, motivo pelo qual é necessário dotá-lo de um pré-amplificador. Ademais, seu funcionamento só é possível mediante uma fonte de alimentação, que lhe forneça uma tensão elevada, o que torna indispensável o uso do conversor de impedâncias. A excelente qualidade deste microfone, porém, fez dele o preferido dos profissionais, em estúdios de gravação e transmissão.

Um tipo de microfone capacitivo mais recente é o de "eletreto". Nesse caso, a tensão de polarização é aplicada diretamente ao diafragma, durante o processo de fabricação, e lá permanece para sempre. Dessa maneira, não é necessário dispor de uma fonte externa de pré-polarização, ainda que continue sendo indispensável o conversor de impedâncias, como acontece no microfone eletrostático convencional.

Os microfones de eletreto são ade-

quados à alta fidelidade e às atividades profissionais de gravação. Pode-se afirmar que tais microfones operam com uma resposta em frequência bastante plana e que reagem com uma clareza surpreendente, mesmo em presença de transientes muito breves e de sinais pulsados. Sua membrana bastante tênue permite obter préstimos excelentes, mesmo em frequências altas, revelando-se mais que satisfatória na faixa dos graves.

Os microfones de fita

Um outro tipo de microfone, que pode ser realizado em inúmeras versões, tanto comerciais como profissionais, é o microfone de fita, cuja estrutura interna aparece na figura 3.

Este microfone, que reage a variações "dinâmicas" das condições do ar ambiente, também está munido de um ímã permanente (IP), em cujas extremidades são instaladas duas expansões polares (EP) de ferro doce. A essas expansões, por sua vez, são aplicadas outras, em forma de lâmina, com estrutura trapezoidal, formato que permite concentrar as linhas do campo magnético (provenientes do ímã) entre as bordas das duas expan-

sões superiores. No detalhe representado à direita da figura, pode-se observar as expansões superiores em projeção vertical; veja como a energia magnética é concentrada em um ponto em que a área transversal das mesmas é mínima, o que é feito propositalmente, para se obter ali, junto às "lâminas", a máxima intensidade possível.

Entre as expansões polares citadas é esticada uma tênue fita de alumínio (F), mantida no lugar por dois suportes isolantes (SIF), um em cada ponta da mesma. O suporte superior é fixado no topo das expansões polares, enquanto o inferior é instalado juntamente com outro dispositivo (REG), que regula a tensão mecânica sobre a fita.

Pela figura, percebe-se que a fita não passa de uma tira de alumínio ondulada, com as extremidades retas, que são inseridas em duas lingüetas de latão prateado. Dessa forma, a fita assume uma posição perfeitamente estável. Através do dispositivo REG, entretanto, é possível ajustar a tensão mecânica sobre ela, conferindo-lhe uma certa rigidez e, em consequência, um determinado comportamento dinâmico em relação ao deslocamento do ar.



CONVERSOR CC — CA RPX 4001-A

12V.CC para 110V.CA até 160W. Pronta entrega. Fabricamos sob encomenda conversores para outras tensões e capacidades.

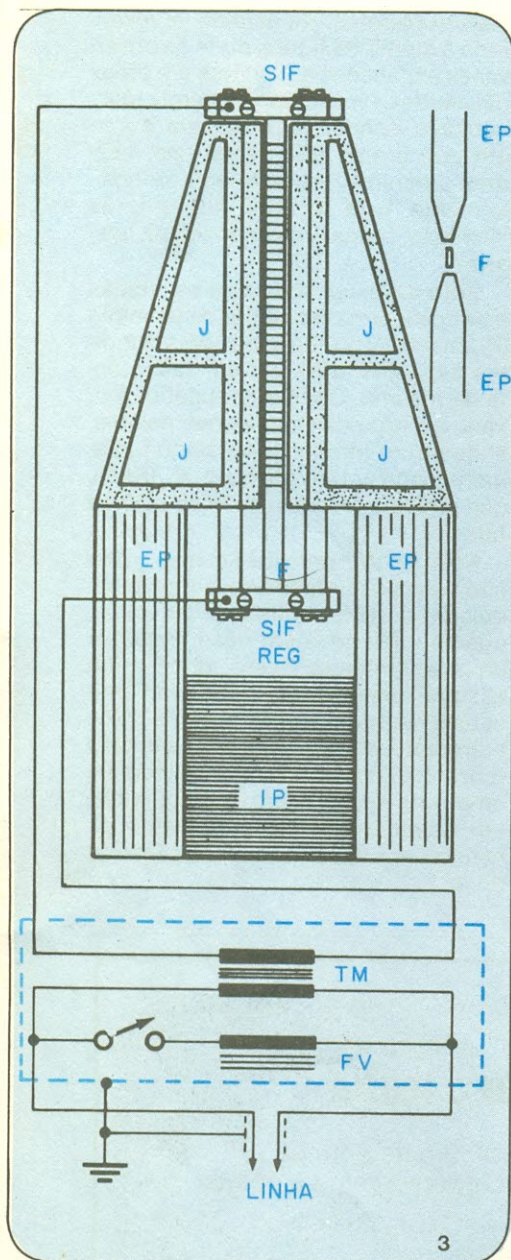


ESTAÇÃO DE SOLDA RPX 9952-C e RPX 9954-LM

Temperatura regulável eletronicamente com ferro de soldar 24V, 40W, munido com luva térmica e cabo de silicone. **Ferros de Soldar** avulsos de 12, 24, 48, 110 e 220V — 40W. **Circuito Impresso** — Kits para protótipos. Material químico para sua produção. Fabricamos circuitos impressos em qualquer quantidade.



ROMIMPEX S.A. Rua Anhaia, 164/166 - CEP 01130 - São Paulo - S.P. - Brasil
Fones: (011) 220-8975 - 220-1037



Vista da estrutura interna de um microfone de fita. Pode-se ver o suporte isolante da fita (SIF), as expansões polares (EP), a fita (F), o regulador de tensão da fita (REG), o ímã permanente (IP), o transformador microfônico (TM) e o filtro de voz (FV). As letras "J" identificam as quatro janelas abertas nas expansões polares superiores, com a finalidade de reduzir o deslocamento das ondas sonoras quando do aparecimento das frequências mais elevadas.

Assim, quando o ar em vibração atinge a fita, ela é obrigada a seguir as variações de pressão, vibrando também e "cortando" as linhas de força do campo magnético concentrado entre as lâminas. Desse modo, o campo induz uma tensão sobre a fita, cuja amplitude e frequência correspondem às características das ondas sonoras.

Essa tensão elétrica é captada entre as duas lingüetas metálicas que sustentam a fita, indo então para o primário de um transformador microfônico (TM), alojado no próprio invólucro do microfone, sob o ímã permanente.

Esse transformador é confeccionado com um núcleo de material ferromagnético especial (*permalloy* ou *mu-metal*), de elevada permeabilidade, para o bem da linearidade da resposta em frequência. O secundário desse transformador é de alta ou média impedância, permitindo a adaptação da baixa impedância da fita (de apenas alguns décimos de ohm) com a impedância normalmente elevada do pré-amplificador.

Em paralelo ao secundário desse transformador é acrescentado um filtro (FV), que atua apenas sobre a voz. Esse filtro pode ser inserido no circuito por intermédio de um interruptor, determinando com isso uma correção de resposta que permita maior estabilidade de operação, no caso do microfone trabalhar apenas com a estreita faixa coberta pela voz humana.

Graças ao sistema de adaptação de impedâncias, é possível utilizar o microfone juntamente com longos cabos (blindados), cuja blindagem deve estar ligada ao invólucro que envolve o transformador e o filtro vocal, conforme nos ilustra a figura. Essa blindagem é de extrema importância, evitando que o transformador venha a captar campos magnéticos externos, que poderiam ocasionar ruídos de fundo ao longo da linha, e impedindo que o campo do ímã permanente provoque alguma saturação no núcleo de TM.

Esse tipo de microfone oferece também bons préstimos, podendo ser encontrado com frequência em salões de dança e em estúdios de gravação e transmissão.

Agora que vimos os três tipos principais de microfones, podemos prosseguir com uma análise mais profunda de suas características e com uma exposição dos critérios de seleção dos mesmos.

Direcionalidade dos microfones

Os microfones, em suas várias versões, podem ser subdivididos em três categorias principais: panorâmicos ou omnidirecionais, bidirecionais e monodirecionais, também conhecidos como "cardióides".

Para ilustrar melhor e diferenciar essas características entre si, vamos utilizar os três gráficos da figura 4. Esses gráficos representam o espaço ao redor do microfone, que é colocado

no centro dos mesmos e indicado pela letra "M". Além disso, os gráficos devem ser interpretados em suas três dimensões (são esféricos, portanto), e não apenas circulares, como no papel.

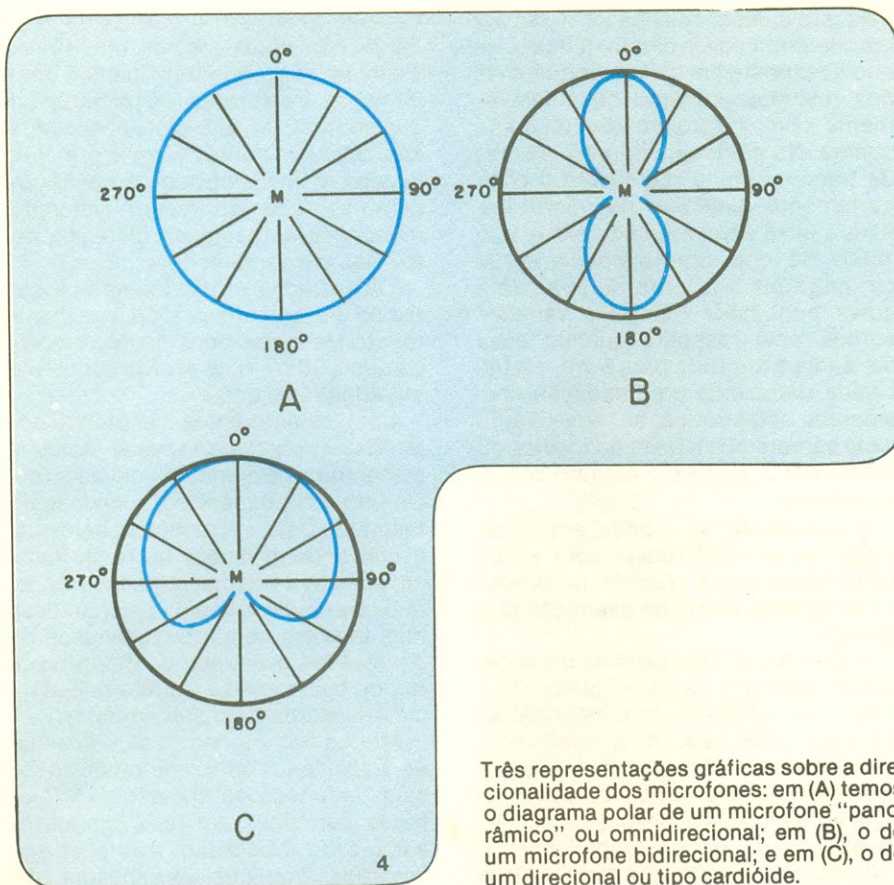
Para que um microfone possa ser considerado omnidirecional ou panorâmico, é preciso que apresente a mesma sensibilidade, em todas as direções de proveniência de sons (ou seja, 360°), em todos os planos que passam por ele. Consequentemente, no caso A da figura 4, o microfone percebe igualmente todos os sons, venham eles da posição indicada sob 0, 90, 180 ou 270°, ou de quaisquer posições intermediárias. Pelo ponto M passam também infinitos outros planos, além daquele representado; esses podem ser imaginados supondo-se que o círculo comece a girar, realizando uma volta completa, formando assim uma esfera com o microfone bem no centro. Esse microfone, então, pode perceber qualquer som gerado no espaço delimitado pela esfera.

Os microfones panorâmicos pertencem, geralmente, à categoria dos piezoelétricos e dinâmicos, e também à dos capacitivos.

Na parte B da figura 4 temos representado o diagrama polar de sensibilidade de um microfone bidirecional. Como se pode observar, as duas curvas ovaladas indicam um microfone igualmente sensível a sons vindos pela frente (0°) e por trás (180°), mas indiferente a sons laterais, vindos das direções de 90° e 270°. Os microfones que apresentam esse diagrama polar são, geralmente, aqueles de fita, na versão ilustrada pela figura 3. É fácil compreender porque: as vibrações do ar agitam facilmente a fita quando atingem sua superfície pela frente e por trás, enquanto são praticamente "cortadas" sempre que chegam lateralmente à mesma.

O gráfico C, por fim, representa o diagrama polar de um microfone tipo "cardióide", assim chamado pelo fato da curva assemelhar-se à silhueta de um coração. Considerando como ponto de referência aquele indicado pela letra M, que estabelece a posição do microfone, vemos que a sensibilidade é máxima para os sons provenientes da direção 0°, diminuindo gradativamente para as outras direções, anulando-se completamente em 180° e vizinhanças.

Para termos uma idéia da utilidade de um microfone direcional como esse, podemos dizer que, se duas pessoas falassem entre si, produzindo sons deslocados de 90° em relação



ao eixo vertical do microfone, ambas à mesma distância do transdutor, teríamos as duas vozes bastante atenuadas. Se, ao contrário, uma delas se encontrasse diretamente em frente ao microfone e a outra, do lado, ou por trás, ambas ainda à mesma distância de M, falando no mesmo tom de voz, ouviríamos praticamente só a que falasse de frente, enquanto a outra seria inaudível.

Pode-se obter resultados surpreendentes com o uso desse microfone. Graças à sua sensibilidade dirigida, é possível isolar uma fonte de som das demais, desde que o ambiente esteja revestido de painéis contra a reverberação; isto porque de nada valeria a característica direcional do microfone cardióide, se houvesse a possibilidade de receber, pela direção de máxima sensibilidade, reflexões de sons indesejáveis, através das paredes.

Temos agora à nossa disposição as noções necessárias para selecionar um microfone de acordo com nossas exigências. Assim, se for preciso realizar gravações em fita, independentemente da posição das várias fontes sonoras, claro que iremos dar preferência a microfones do tipo panorâmico ou omnidirecional. Se, por outro lado, o microfone deverá ocupar o pódio ►

QUEM PROCURA, ACHA:

**Instrumentos
Semicondutores
Aparelhos
Componentes eletrônicos**

Distribuidor Filcres - Kits Nova Eletrônica

Venha nos visitar e encurte sua procura



**SOMATEL
ELETRÔNICA**

Rua Pres. Quaresma, 406 - Fone 223.2153
Cep 59.000 - NATAL - RN

de uma orquestra, e quisermos evitar que venha a captar outros sons que não sejam a voz do cantor, naturalmente daremos preferência a um cardióide ou direcional.

A escolha seria a mesma numa sala de gravação, no caso de duplicação de películas cinematográficas ou de gravações profissionais com a participação de grandes orquestras, ainda que nesses casos seja freqüente empregar-se artifícios especiais. Assim, por exemplo, quando se vai gravar uma peça musical executada por uma orquestra, normalmente o técnico de som que realiza e controla a gravação procura dosar os sinais provenientes das várias seções de instrumentos, de forma a obter os efeitos sonoros mais agradáveis. Isto só é possível quando se dispõe de microfones direcionais, cada um dos quais orientado para uma das seções do complexo orquestral. Ajustando-se devidamente as várias sensibilidades (ou seja, cada canal de gravação), resulta possível trazer para o "primeiro plano acústico" as únicas seções ou elementos que se deseja colocar em evidência.

É preciso dizer, porém, que os microfones cardióide tem um inconveniente, o qual pode ser notado através da figura 5: em geral, todos os que falam ao microfone tem a tendência de aproximar a boca do mesmo, como para assegurar-se de que suas palavras sejam ouvidas (ou que sua voz seja apreciada, no caso de um cantor). Pois bem, para os microfones direcio-

nais isto é desaconselhável, a não ser em determinadas circunstâncias, já que a resposta em baixas freqüências dos mesmos aumenta consideravelmente com a aproximação da fonte sonora. No gráfico da figura 5, a curva de traço contínuo representa o comportamento dinâmico do microfone, para a faixa compreendida entre 15 e 15000 Hz, com uma distância de 30 cm entre ele e a fonte de som. Já a curva pontilhada mostra a variação sofrida pela resposta quando essa distância é reduzida para 8 cm, e a tracejada representa uma situação considerada catastrófica, às vezes, verificada sempre que a boca do locutor ou cantor entra quase em contato com o microfone.

Essa característica pode, em certas ocasiões, ser desfrutada com vantagens, exatamente quando se deseja obter alguma forma de exaltação dos graves.

A escolha do tipo de microfone depende, portanto, de várias circunstâncias, entre as quais deve se considerar a curva de resposta, a sensibilidade, o custo, as dimensões, o peso, a suscetibilidade a ruídos parasitas, a direcionalidade, a necessidade ou não de acrescentar um pré-amplificador, a impedância, e assim por diante. Além disso, a escolha de um microfone está subordinada à acústica ambiental do local onde será utilizado. Os microfones direcionais são capazes de suprimir sons e ruídos indesejáveis e, às vezes, até de reduzir o efeito da rever-

beração, mas, em presença de boas condições acústicas, os microfones panorâmicos permitem manter praticamente inalteradas as características sonoras do ambiente; por essa razão, recebem muitas vezes a preferência dos técnicos de som, e graças ainda ao seu comportamento inalterado, independentemente da distância entre eles e a fonte sonora.

Os técnicos profissionais encarregados de gravações dispõem, geralmente, de vários tipos de microfones, os quais utilizam de acordo com os resultados desejados.

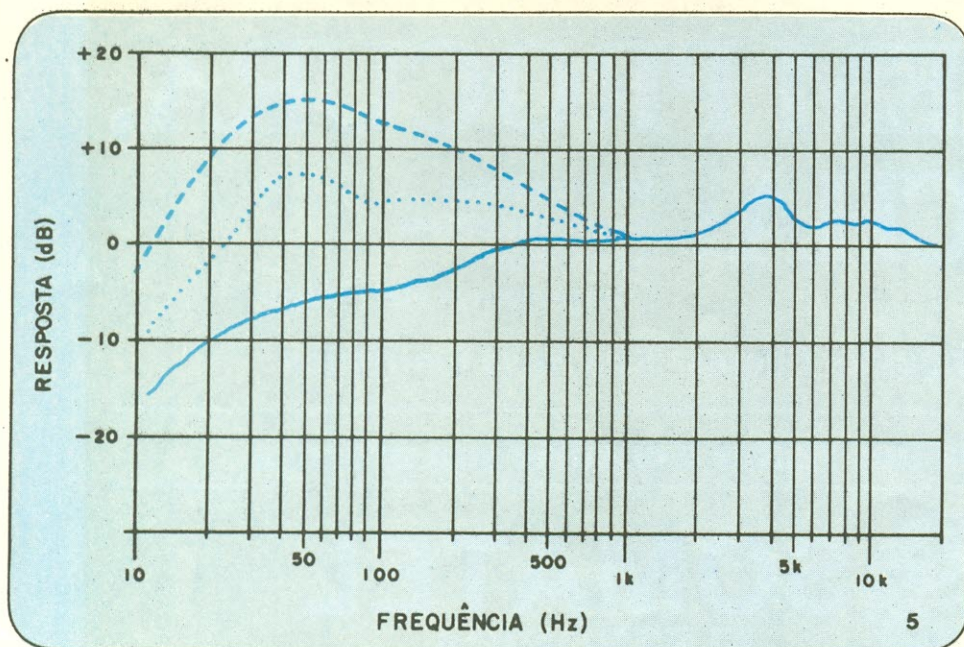
Uma característica de grande importância nos microfones — como já dissemos — é a impedância de saída. De fato, dela depende a qualidade do resultado final, outro motivo pelo qual é conveniente dispor de microfones em suas três versões principais (panorâmicos, bidirecionais e cardióides), mas também com a possibilidade de conectá-los à entrada de equipamentos de baixa, média ou alta impedância, de acordo com sua natureza.

Muitos microfones de boa qualidade trabalham com características de saída balanceadas; trata-se de microfones corrigidos em fase, durante o estágio de fabricação. As linhas balanceadas (nas quais a blindagem do cabo blindado é ligada à terra, enquanto o sinal passa por dois condutores internos do mesmo) mostram-se muito menos suscetíveis à captação de ruídos parasitas e zumbidos, pelo fato das correntes que constituem o sinal útil estarem percorrendo os condutores internos sempre em sentidos opostos, em qualquer momento, enquanto o ruído resulta comum para ambas as linhas, neutralizando a si próprio.

Esse tipo de neutralização não se verifica em cabos coaxiais, que contam com um único condutor interno. Um caso típico de linha balanceada é aquele representado na saída de linha do microfone de fita, na figura 3. No caso da linha que une o microfone ao pré-amplificador ser de comprimento razoável, é preferível utilizar um microfone com linha balanceada, adaptando, porém, um transformador entre as linhas balanceada e não balanceada, antes do pré, mas próximo a este ou do gravador.

Sensibilidade

Nem sempre é possível tecer comparações entre os dados de sensibilidade dos vários microfones, já que os fabricantes utilizam diversas grandezas para exprimi-la. Entende-se por



As três curvas apresentadas (em traço contínuo, tracejado e pontilhado) colocam em evidência o notável aumento na resposta de um microfone tipo cardióide, na gama das baixas freqüências, à medida que se reduz a distância entre o microfone e a fonte sonora.

"sensibilidade" a quantidade de energia elétrica que um microfone é capaz de produzir, a partir de uma certa pressão sonora sobre ele. Convém observar que o mesmo problema aparece quando se procura exprimir as características de funcionamento dos alto-falantes.

Como consenso geral, a saída de um microfone, em relação a um campo sonoro de intensidade pré-estabelecida, é apresentada em dB, tendo como referência um nível padrão. A maioria dos fabricantes desses transdutores servem-se de um nível de referência muito superior ao nível de saída da maior parte dos microfones. Em consequência, o valor resultante de sensibilidade, em dB, apresenta sinal negativo, com bastante frequência.

A título de exemplo, um microfone com sensibilidade nominal de -55 dB permite obter uma saída maior que a de um microfone com uma sensibilidade nominal de -60 dB.

Assim sendo, um método muito difundido de se exprimir a sensibilidade nominal de um microfone baseia-se no uso de um valor de referência de 0 dB = 1 mW, equivalente a uma energia sonora aplicada de 10 dinas/cm². Tal sistema refere-se a uma saída com

carga (e não a um circuito aberto), admitindo portanto que na saída do microfone exista uma carga de impedância "casada" ao mesmo.

Desde que, na maior parte dos casos, os fabricantes de gravadores e amplificadores especificam a sensibilidade da entrada microfônica em função do número de milivolts necessários para se obter a indicação de 0 dB, no indicador de nível existente no equipamento, seria de grande utilidade a possibilidade de converter a sensibilidade nominal para efetiva com referência ao valor de 1 mV. Com esse objetivo, foi montado o nomograma da figura 6, que permite justamente efetuar, sem cálculos, essa conversão.

Trata-se simplesmente de traçar uma linha transversal, com o auxílio de régua e lápis, de modo a unir o ponto correspondente à impedância do microfone, expressa em ohms, com aquele correspondente à sensibilidade nominal, em dBs negativos; prolongando depois essa reta para a direita, até encontrar a escala da SAÍDA, será possível individualizar sobre ela um terceiro ponto, que pode ser lido tanto na escala "A" como "B".

Ambas as escalas referem-se ao nível padrão de 1 mV, como já disse-

mos; a única diferença consiste no fato de que a escala "A" deve ser considerada quando o cálculo é efetuado com um microfone isento de carga apreciável na saída; a escala "B", por sua vez, deve ser empregada sempre que se deseje efetuar a conversão em um microfone dotado de carga "casada" com ele mesmo ou com seu adaptador.

Como exemplo, vamos supor que dispomos de um microfone com uma impedância nominal de 600 ohms e uma sensibilidade nominal de 50 dB. Unindo os pontos correspondentes, e prolongando a reta até a escala da direita, podemos observar que a saída apresenta uma sensibilidade efetiva de +13,5 dB, em aberto, e de +7,5 dB, com carga "casada". Obtido assim o nível dB disponível na saída e conhecida a impedância que entrega tal nível, é bastante fácil calcular com exatidão o nível de tensão de saída, expresso em milivolts. Na prática, se 1 mV equivale a 0 dB, basta calcular uma relação de tensões e estabelecer o nível efetivo da tensão disponível.

Outro método muito difundido de se exprimir a sensibilidade de um microfone é aquele aconselhado pelas normas EIA (*Electronic Industries Association*): neste caso, o valor é ex-

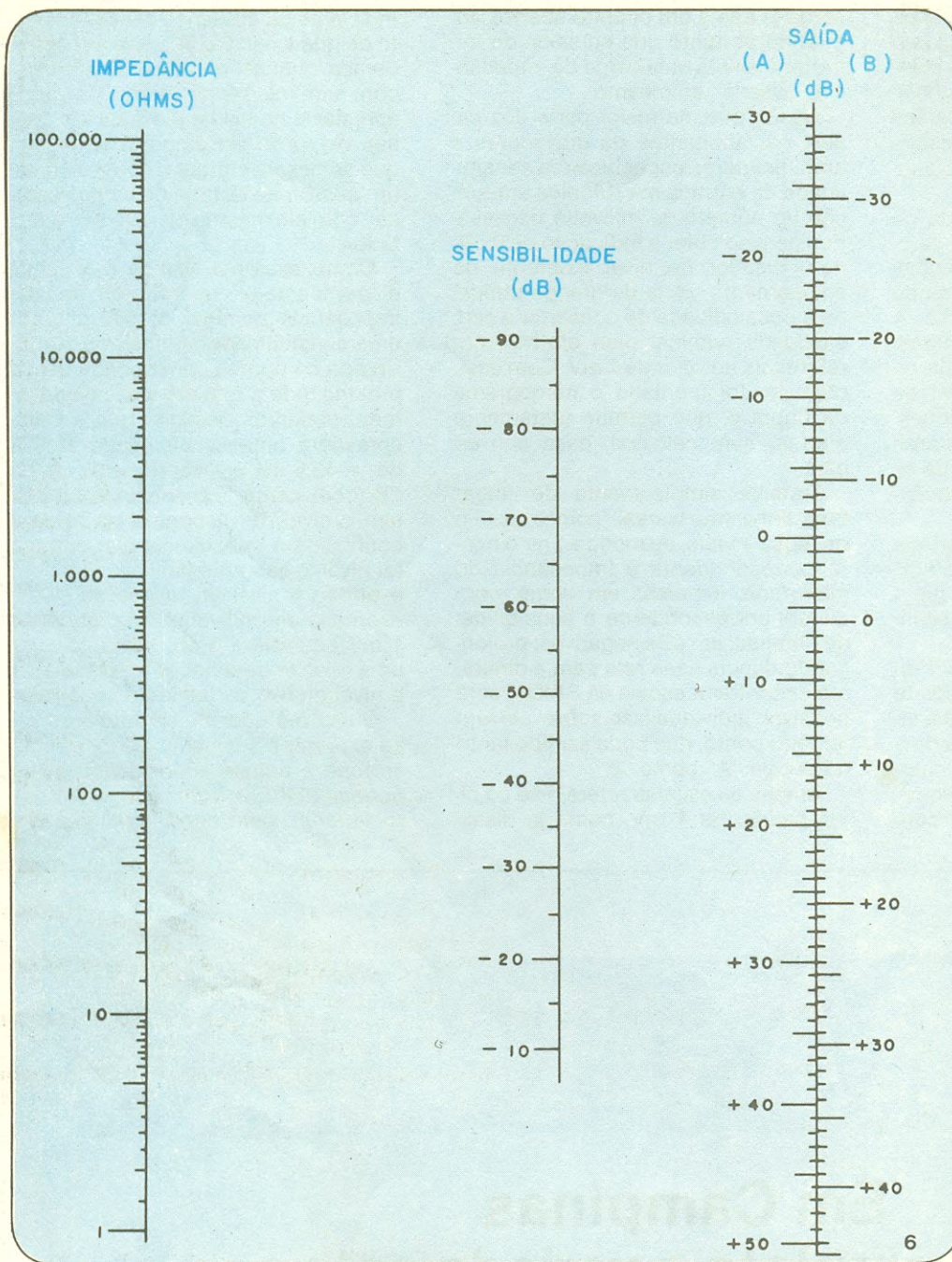
BRASITONE

Em Campinas

**O mais completo e variado estoque
de circuitos integrados C-MOS, TTL,
Lineares, Transístores, Diodos,
Tirístores e Instrumentos Eletrônicos**

KITS NOVA ELETRÔNICA

Rua 11 de Agosto, 185 — Campinas — Fone: 31-1756



Nomograma para conversão imediata da sensibilidade nominal, expressa em dBs negativos, para um microfone, em sensibilidade efetiva, de acordo com o valor de impedância. O uso deste nomograma consiste, simplesmente, em se traçar uma reta unindo o valor da impedância ao da sensibilidade nominal; prolongando-se depois essa reta, até alcançar a escala de direita, pode-se ler então o valor da sensibilidade efetiva, em dB, tanto relacionado ao uso em circuito aberto (escala A), como em carga (escala B).

presso em dBm, baseado em um nível de referência de pressão sonora igual a $0,0002 \text{ dinas/cm}^2$, que corresponde ao nível da mínima pressão sonora que pode ser percebida pelo ouvido humano normal.

Para transformar uma sensibilidade nominal EIA naquela baseada em um padrão de 10 dinas/cm^2 , basta acrescentar 94 dB a ela. E, ao contrário, para converter a sensibilidade normal de um microfone para a do sistema EIA, é preciso subtrair 94 dB. Mais um exemplo, para concluir: suponhamos que um microfone opere com uma sensibilidade EIA de -152 dB; nesse caso, deve apresentar uma sensibilidade

nominal de -58 dB, no padrão de 10 dinas/cm^2 .

Conclusão

Com este breve artigo, tivemos a intenção de fornecer alguns detalhes interessantes sobre as características e funcionamento dos microfones, de forma a permitir uma escolha mais acurada do tipo mais idôneo de transdutor, de acordo com a situação. É claro que a escolha depende, muitas vezes, de fatores econômicos, apesar da tecnologia atual ter reduzido sua

relevância, ao possibilitar a confecção de microfones sofisticados a um custo relativamente baixo.

Nota da redação: Este artigo pode ser complementado, por aqueles que desejam saber mais sobre o assunto, com uma consulta ao n.º 11 de Nova Eletrônica, onde, na última lição do Curso de Audio, são fornecidos mais dados práticos a respeito dos microfones, inclusive endereços de vários fabricantes.

© - Copyright Onda Quadra

Tradução: Juliano Barsali

A gravação profissional do som ao seu alcance

1ª PARTE

Cláudio César Dias Baptista

Introdução

Flash!

O instantâneo se imprime em branco e preto na película fotográfica; revelado, temos inevitavelmente a conjectura "se..."

Se fosse em cores; se houvesse profundidade; se o movimento estivesse ali; se a visão fosse estereoscópica; se as vibrações do ambiente fossem incluídas; se... se... se...

Com o som, é a mesma coisa. Um Salvador Dali, um Van Gogh, uma experiência mística, a Consciência cósmica, tanto mais unificada, completa, quanto mais direta e profunda. Não podem ser fotografados ou gravados por um instrumento e através de um meio imperfeito, como um único microfone ou uma simples câmara fotográfica; pelo menos, não para revelar-se através desse meio ao observador médio. Difícilmente são expressos, traduzidos da mente para o mundo exterior, durante longos períodos de expressão artística, de uma só vez.

A técnica descrita em meu Curso de Audio, em artigos anteriores da revista, de gravação com microfones coincidentes, é tão válida quanto a fotografia instantânea ou o filme de uma só tomada. Tem seu mérito como documento, proporciona uma fiel gravação estereofônica de um evento qualquer, mas nada pode **acrescentar** para repor as perdas devidas à imperfeição do meio registrador, para eliminar os defeitos da própria execução, para ligar mais diretamente a concepção original da mente do artista à percepção da mente do ouvinte. Jamais uma obra como *Fantasia*, de Walt Disney, poderia ser equivalentemente criada no mundo dos sons se, tal como ela foi produzida oticamente, quadrinho por quadrinho, não existissem os recursos de edição e misturação por múltiplos canais dos modernos estúdios de gravação.

Que o sr. Alec Nisbett, da BBC, cujo livro, *The technique of the sound studio*, recomendei em meu Curso de Audio (e ainda recomendo!), me perdoe, mas há, sim, muito a acrescentar à técnica de microfones coincidentes. Nem sempre contamos com uma Sinfônica de Londres, com cada nota bem estudada, com um grande maestro e suas partituras, com um teatro de acústica perfeita, nem com as conjunções astrológicas propícias à perfeita execução e gravação... No estúdio de som, hoje em dia, na gravação de shows, ao vivo, nós somos os maestros; nós, os técnicos de gravação.

Aqui, então, temos novamente alguns problemas. Quantos de nós estão em condições de operar um estúdio? Quando isso acontece (e acontece! Les Paul, Paul McCartney, Arnaldo e Sérgio Dias Baptista que o digam!), temos como resultado obras-primas sonoras, dignas de receberem uma sala de exposição no Louvre, tal e qual as grandes

obras da pintura... (coitados dos técnicos em acústica encarregados de isolar essas possíveis salas do Louvre...)

Para vencer o caos de ruído e imperfeição do meio gravador-reprodutor são obrigatórias as técnicas descritas em seguida. Para permitir criatividade no próprio processo de gravação e até no de reprodução (ver meu artigo nas NE nº 37 e 38, *Sonorização de Ambientes Residenciais*); para que se possa dar poder de expressão aos Van Gogh daqui e aos Salvador Dali do som, são obrigatórias tais técnicas.

Mas, neste cantinho da galáxia, como nela inteira, a lei da manifestação perfeita prevalece, e exageros no sentido tecnológico, sem conteúdo artístico, a supervalorização do "meio como mensagem", tanto como no sentido oposto, na pobreza do meio de gravação e reprodução, trazem resultados desanimadores.

Quanto mais direta a comunicação entre a mente criadora do artista executante e a mente (criadora também) do artista ouvinte, mais potente e unificada a manifestação da comunicação e da criatividade. Está na criteriosa e oportuna escolha do meio necessário e mais direto possível, sempre de acordo com essa leizinha, a chave do sucesso para o técnico de gravação e a chave do sucesso para o artista que pretende adquirir equipamento e fazer suas próprias gravações.

Todos os recursos tecnológicos são bem-vindos, **quando e se** acrescentarem uma pincelada digna dos mestres citados. Tomemos, pois, o ângulo emoção, arte e inspiração; tomemos também o ângulo tecnologia, lógica e razão, tudo nas devidas proporções e sequenciação, e teremos, enfim, após muito trabalho, retornos ao princípio e recomeços, um terceiro ângulo de perfeita manifestação artística, mil vezes mais poderosa se realizada conscientemente num pequeno estúdio de 4 ou 8 canais, que simplesmente captada, com microfones coincidentes, diante de uma sinfônica, ou computadorizadamente construída, sem conteúdo artístico e emocional, num estúdio de 144 canais.

Seguindo essa lei cósmica, você e eu poderemos obter sucesso em qualquer coisa, principalmente nesse objetivo, tema de nosso artigo, de alcançar a gravação profissional do som, sem sermos donos de "multinacionais", mas apenas de "multicanais..."

Um pouco de história

Multinacionais, multicanais, multipistas, *multitracks*... Tudo se embaralha um pouco, ao voltar para o manuscrito destas páginas, com o sabor do frango a passarinho da Ana Maria na boca... O segredo é o alho! Quando vai ficando dourado é que o frango está no ponto! É... sem um cafezinho para animar, a história da gravação em multipistas não sai!

Na década de 30 foi desenvolvido o sistema de gravação em fita monofônica, isto é, de um só canal, a partir do antigo processo de gravação em fio de aço. Devemos à Alemanha e aos Estados Unidos esse passo à frente. Ao final da 2ª Guerra Mundial, Jack Mulin foi o primeiro de que se tem notícia a introduzir um gravador de fita profissional nos EUA, e Bing Crosby foi o primeiro a utilizá-lo comercialmente em suas transmissões radiofônicas, quando eu tinha um ano de idade, nesta encarnação (1946)...

Gravações estereofônicas com dois canais, em fita de 1/4 de polegada, vieram entre 1948 e 1952. Assim como temos dois ouvidos, a gravação tinha agora dois canais, um para cada ouvido. Com um par de microfones direcionais e um gravador, tudo de máxima qualidade, e colocando-se um microfone sobre o outro, com a membranas dos diafragmas na mesma linha vertical, mas apontando um deles para a esquerda e outro para a direita, obtinha-se (e ainda se obtém) a mais "pura" gravação estereofônica: essa é a "técnica de microfones coincidentes". Gravações com dois microfones distantes um do outro, mesmo que apenas alguns centímetros no plano horizontal, introduzem distorções de fase e de resposta, criam distorções de perspectiva, etc. São válidas praticamente apenas para reprodução via fones e realizadas com a técnica correspondente.

O artigo de Charles P. Repka, da revista norte-americana *Audio* de novembro de 78, página 41 em diante, dá uma boa idéia a respeito de microfones já projetados especialmente para essa técnica (*Nota da redação: esse artigo já foi publicado pela NE, em seu n.º 24, de fevereiro de 79, página 57 em diante*). Em breve exposição, os microfones coincidentes são utilizados desde 1930, técnica desenvolvida pelo engenheiro inglês Alan Blumlein. Consiste, basicamente, em se dispor os dois microfones, com captação em forma de "oito", um sobre o outro, em ângulo de 90° entre si; é a técnica "X-Y" (ver figura 5, no próximo número, ou figura 1 do artigo citado anteriormente).

Vários fabricantes constroem microfones coincidentes em uma só peça para esse fim. Os relacionados a seguir são dignos de nota:

Neuman SM 69 FET (X-Y ou M-2)	2229 dólares
AKG mod. C-422 FET (idem)	1600 dólares
AKG mod. C-34 FET (idem)	1100 dólares
AKG mod. C-33 FET (cardióide)	650 dólares
AKG mod. C-424 FET (quadrafônico)	1700 dólares
AKG mod. C-24 FET (X-Y ou M-2)	não mais fabricado
BM-5 (Bang & Olufsen)	

A técnica M-S (M de *mid* (central) e S de *side* (lateral); ver figura 6 no próximo número ou figura 4 do artigo citado) usa dois tipos de microfones: um cardióide, que capta o som frontal, e outro, com captação em forma de oito, para cobrir os dois lados (+ e -).

As vantagens dessa técnica são:

- * Produz o mesmo som estéreo da técnica comum X-Y
- * Permite variar eletronicamente as características acústicas, sem mover os microfones
- * Permite variar a quantidade de separação entre mono e estéreo
- * Permite incluir mais ou menos som ambiental, sem ter de se aproximar os microfones dos músicos
- * Permite técnica quadrafônica adaptável às matrizes existentes

Para que seja obtido o sinal estéreo, há necessidade de se misturar eletricamente o sinal de ambos os microfones, antes ou depois da gravação, de acordo as fórmulas:

Canal esquerdo: entrada — $(L + R)$ cardióide, "M"
saída — $(L + L - R + R = 2L)$, portanto, canal esquerdo puro

Canal direito: entrada — $(L - R)$
saída — $(R + R + L - L = 2R)$, portanto, canal direito puro

Para obtermos essa mistura, de acordo com as fórmulas, podemos utilizar um transformador de alta qualidade, como o da figura 7 (no próximo número, ou figura 5 do artigo citado), ou, muito melhor, podemos utilizar um circuito eletrônico equivalente, com amplificadores operacionais.

A técnica de microfones coincidentes é coerente, funciona mesmo, mas subentende-se a existência obrigatória de um som de características ideais, tanto artísticas quanto acústicas, num determinado ponto do espaço, diante do qual um músico ou um grupo deles executa uma obra qualquer, livre de defeitos do começo ao fim.

Tenho experiência com esse tipo de gravação. Gravei pessoalmente o ensaio do Concerto para Piano e Orquestra n.º 1, da compositora Clarisse Leite, a primeira mulher a compor, em todo o mundo, um concerto desse tipo. Fiz a gravação com um par de microfones dinâmicos e um gravador de qualidade mediana, não sem empenhar minha palavra aos músicos da Sinfônica de São Paulo de não executá-la ou usá-la comercialmente. Como não respeitei a coincidência vertical dos microfones, a qualidade não ficou grande coisa, mais por culpa da posição dos mesmos que da qualidade do gravador. Em todo caso, serviu como experiência e como documento, que a pianista Clarisse Leite, minha mãe, conserva até hoje.

Durante o apogeu dos Mutantes, que introduziram a guitarra elétrica e a parafernália eletrônica na música popu-

DIMMER WIM

Características:

TIPO PLUG-IN, portátil, pode ser fixado em qualquer tomada. CHAVE LIGA E DESLIGA INDEPENDENTE. FILTRO para eliminação de interferências na rede elétrica.

Aplicações:

FERRO DE SOLDAR — mantém pré-aquecido — regula a potência em Watts conforme a necessidade, no caso de solda de transistores, integrados, etc.

CONTROLADOR DE VELOCIDADE, para pequenos motores universais (escova) como furadeiras, serras elétricas, lixadeiras, batedeiras, liquidificadores, máquinas de costura, etc.

CONTROLADOR DE

LUMINOSIDADE, abat-jours, luz de cabeceira para leitura, luzes indiretas, etc.

Medidas: 8 x 6 x 4,5

Peso: 200 g

Capacidade: 600 Watts 100 ca
1000 Watts 220 ca



Apenas Cr\$ 1.840, para pedidos pelo telefone, ou pelo correio, com pagamento em cheque pagável em São Paulo ou vale postal.

Atenção: pedidos pelo reembolso sofrem acréscimo de Cr\$ 250,00.

SISTEMA MAILING COMERCIAL E SERVIÇOS LTDA.

Rua Augusta. 1.371 — Sobreloja 4 — Caixa Postal 51.679
Fone: 284-1998 — CEP 01305 — São Paulo — SP

lar brasileira, fiz gravações de seus shows, já com a técnica correta de microfones coincidentes, e equipamento mais sofisticado, diretamente da mesa de som. "Não é possível" (tudo é possível...) obter resultados satisfatórios, ao nível do que se ouve em discos bem gravados, em sistemas multipistas, com apenas um par de linhas da mesa misturadora em shows ao vivo, gravando-se diretamente em um gravador de dois canais.

No caso dos microfones coincidentes, não existe (geralmente) um ponto sequer no auditório com qualidade sonora suficiente para ser captada de maneira tão simples. A reverberação, a acústica ambiente, os transientes dos instrumentos musicais e das vozes, ao serem reproduzidos, não têm a envolvimento e grandiosidade originais, pois a próprio sistema de reprodução é imperfeito. O resultado é um som distante, vindo do fundo das caixas de som reproduzidas, sejam de radiação direta, ou exageradamente embolado, sem transientes, sejam de radiação indireta (ver meu artigo anterior na NE, *Sonorização de Ambientes Residenciais*).

Nosso ouvido, nosso cérebro, os movimentos da cabeça, a presença de ambiente do show, a participação, a criatividade interior, a experiência integral via som, luz e tato, vividos em nosso interior, tem um resultado totalmente diverso daquele da gravação com dois microfones diretos ao gravador, quando reproduzido pelas caixas de som. É muito mais completo no primeiro caso. Quase nunca temos condições ideais para gravar assim, tudo mastigadinho e perfeitamente coordenado, pronto para ser captado pelos dois microfones, executando-se bons espetáculos sinfônicos, em teatros apropriados ou ao ar livre.

Não se pode mudar a posição de um instrumento ou vocalista, sem repetir a sessão de gravação inteira. Não se pode substituir uma única passagem infeliz ou apagar um erro; não se pode acrescentar, retocar, criar, durante a gravação.

Gravações em 3 canais foram moda em 1950, e são usadas ainda hoje em sistemas de som cinematográficos (ver meu artigo anterior sobre esse assunto na NE n.º 48); o "canal central" mantém uma imagem forte, firme, nesses sistemas cinematográficos.

Foi o guitarrista Les Paul quem trabalhou com um grande fabricante norte-americano para desenvolver o primeiro gravador de 8 canais, com fita de 1 polegada (é interessante notar como os guitarristas inventam coisas, não? Realmente, a necessidade é a mãe da invenção! Eu, também guitarrista, vivo inventando aparelhos para meus companheiros poderem se expressar melhor). Isso lhe servia para gravar sozinho, como se fosse um conjunto musical completo, ou, na existência deste, para mil recursos impossíveis com os gravadores da época. Até então, não existiam cabeças de corte estereofônicas para que os discos pudessem ser produzidos, e, ainda em 1962, existiam apenas 7 gravadoras de 8 pistas e um único de 12 pistas, com fita de 1 polegada. Só em meados da década de 60 a gravação multipistas acabou por se tornar plenamente possível.

Multipistas

Quando 4, 8, 16 ou mais canais são gravados, em um único sentido, em um único carretel ou rolo de fita, temos um processo de gravação "multipistas" ou *multitrack*. Um gravador de 4 pistas, que grava e/ou reproduz duas delas em um sentido e as outras duas em outro, apesar de ter 4 pistas, não é considerado multipistas. Para relamente o ser, tem de poder gravar uma, mais de uma, ou todas as pistas

de uma primeira vez e, depois, reproduzir qualquer uma delas, enquanto grava, ao mesmo tempo, um novo material, em sincronismo com as pistas já gravadas.

Com os gravadores multipistas, criamos um "estoque" de sons, alterável; um alveólo no tempo, entre a execução da música e a gravação final em 2 canais, 2 pistas, feita no gravador de 2 canais (ver a figura 1). Para a gravação profissional, portanto, são necessários, hoje, dois gravadores: um, de multicanais, com fita mais larga, para gravar e "estocar" o som, cumulativamente; outro, com dois canais, para se obter o produto final da sessão de gravação, com uma fita estereofônica, de dois canais.

Mais um pouco de história

Os Beatles usaram gravadores de 4 pistas para criar seus álbuns antigos. Com *Sgt. Pepper*, estava demonstrado ser o processo de multipistas a "única maneira" de se fazer gravações sérias, dali em diante.

16 e 24 pistas, em fita de 2 polegadas, apareceram em 1967. Com elas, vieram as mesas de gravação mais complexas e mais caras... Eu mesmo me vejo envolvido, desde essa época, com a construção artesanal de mesas de gravação com 24 ou mais canais.

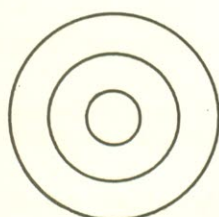
A esse respeito, sobre meu trabalho, entre outras reportagens, convém citar: O jornal quinzenal de música "Canja", pág. 10, semana de 2/15 outubro de 80, reportagem "Agora Nos Vai"; a revista Rita Lee, edição especial de Rock Espetacular, pág. 44; a reportagem da Revista de Domingo do Jornal do Brasil, ano 4, n.º 177, no tópico "Também no Brasil se Inventam Coisas"; também a contracapa do disco "Hoje é o primeiro dia do resto de sua vida", de Rita Lee (Phonogram); e ainda a reportagem de 2.ª feira, 9 de junho de 69, da Folha de São Paulo (Folha Ilustrada, pág. 13), "Guitarra de ouro já é artigo de exportação"; vide também jornal do Brasil, Caderno B, 14 de janeiro de 80, pág. 9: "A aventura musical de um Mutante".

Artesanal por que? Porque, para alguns, a maioria até, dos músicos que ficaram à margem dos estúdios de gravação, por não poderem pagar as horas caríssimas, cada vez mais caras, dos tais complexíssimos aparelhos, essa era a única solução: gravar independentemente, às suas próprias custas, obtendo equipamento mais simples, ou de marcas menos conhecidas, ou construído por amigos técnicos com *know-how* suficiente.

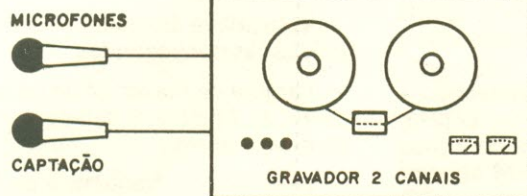
Hoje, com a experiência adquirida, tenho condições de produzir mesas de som em série, com qualidade igual às melhores do mundo; mas, então, teria de dirigir pessoas, ficar rico, abandonar o tão gratificante processo de criação de aprendizado do artesão, abandonar os amigos, músicos deste *Underground* e deixar de ser eu mesmo... Nem artigos para a NE teria tempo de escrever!... Não! Deixo para você, que lê estas palavras, o germe, o impulso da idéia. É possível! É possível montar seu próprio estúdio de gravação! Existe *know-how* por aqui mesmo; existem gravadores mais baratos, porém adequados; existem processos de redução de ruído; existem meios de, aos poucos, e reinvestindo, começando com um sistema de sonorização de shows, depois um gravador de dois canais, depois uma mesa mais sofisticada, depois um gravador de dois canais, depois de uma mesa mais sofisticada, depois um gravador multicanais, de 4 mesmo (os Beatles não fizeram *Sgt. Peppers* assim?), e daí para 8 canais, você obter pleno sucesso em gravações de som. E existe o amor, o trabalho, a confiança e um Deus em nossos corações para suprir o que faltar!

Lá fora, com idéias semelhantes, uma empresa, já grande, é verdade, já construtora de equipamentos de com-

A



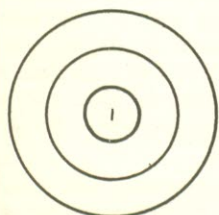
EXECUÇÃO INTEGRAL



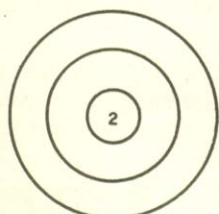
GRAVAÇÃO DIRETA

Gravação direta com 2 canais

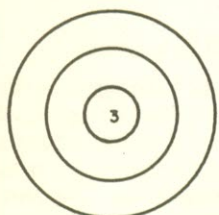
B



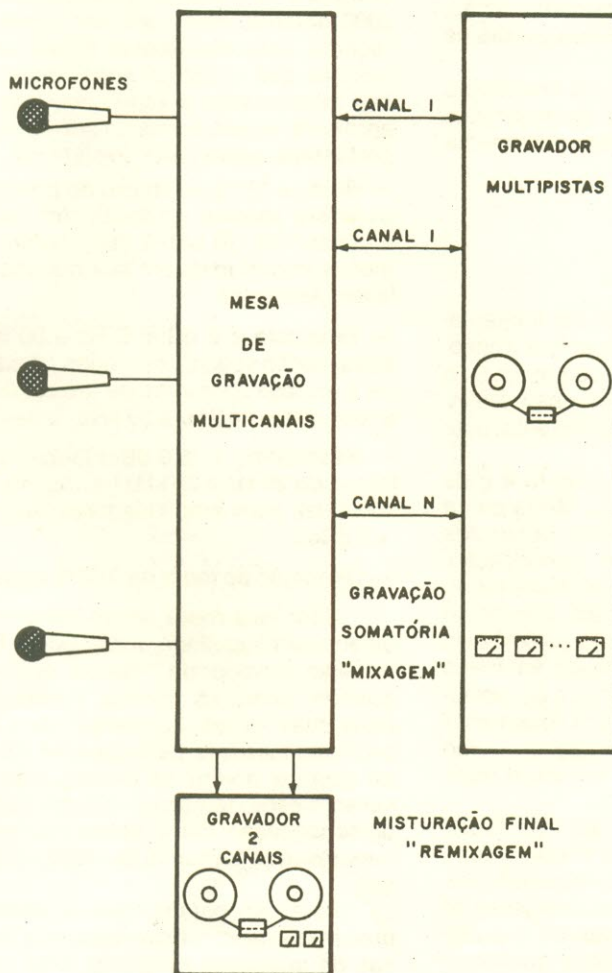
EXECUÇÃO PARCIAL 1



EXECUÇÃO PARCIAL 2



EXECUÇÃO PARCIAL N

MISTURAÇÃO FINAL
"REMIXAGEM"

Gravação multicanais

LABORATÓRIO DE EFEITOS LUMINOSOS

Termômetros, detectores de zero, tacômetros, indicadores de tensão da rede, luzes sequenciais, voltímetros com *extended range* e indicação de sobrecarga, etc. Esses são apenas alguns exemplos de aplicações possíveis com o Laboratório de Efeitos Luminosos.

Na verdade, este *kit* é mais simples do que possa parecer. Trata-se de um indicador de níveis de tensão formado por 10 comparadores, todos contidos num único integrado (o novo LM 3914), à saída dos quais são ligados 10 LEDs.

KITS NOVA ELETRÔNICA
para amadores e profissionais

À VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES

ASSINE

**NOVA
ELETRÔNICA**

Rua Hélade
nº 125
cep 04634
S. Paulo

putação, vídeo, etc., mas com a visão voltada não apenas para o alto, decidi atender a essa faixa de mercado, fabricando gravadores mais leves e baratos, porém com qualidade mais que suficiente para chegar a resultados difíceis de se distinguir, tecnicamente, quando comparados aos obtidos com gravadores mais caros, como os Ampex, e outros (Ampex Corp. Audio-Video Systems Division, 401 Broadway — Redwood City — California 9403 — USA).

Essa empresa é a TEAC (TEAC Corp. of America — 7733 Telegraph Road — Montebello, CA 90640 — tel (213) 726 0303 — USA). É seguida de perto pela Onkyo, com seus produtos Otari (Onkyo Electric Co. Ltd. — 4-29-18 Minami Ogikubo — Suginami-Ku — Tokyo — 167 — Japan — (03) 333 9631 — telex J26604). Temos também a Revox, como possível opção para o caso do gravador de 2 pistas. Endereço dela, nos EUA: Revox Corp. — 155, Michael Drive — Syosset — NY 11791.

Existem, ainda, dezenas de empresas fabricantes de gravadores (ITAM, Stude, etc.), mas prefiro citar apenas essas. Entre todas elas, creio ser a TEAC que melhor encontrou o ponto de equilíbrio entre preço e desempenho, para atender desde o profissional iniciante até o grande estúdio comercial. Por esse motivo, vou escolher os gravadores TEAC como base para a composição deste artigo, chegando à apresentação de todo o material necessário para a gravação profissional do som. Estúdios ou sistemas maiores ou menores seguem a mesma linha geral de composição, variando apenas os preços e alguns detalhes nas mesas de som e acessórios.

Um livro com centenas de páginas poderia ser escrito a respeito, mas as diretrizes básicas serão apresentadas aqui, suficientes para que você tenha sucesso, até mesmo partindo de zero.

Custos iniciais e desenvolvimento

Evidentemente, se o sistema todo puder ser implantado de uma só vez, melhor! Como dificilmente este é o caso, é importante saber quais serão as peças de equipamento mais úteis para chegarmos ao estúdio de gravação profissional, ou mesmo à gravação profissional sem estúdio, pouco a pouco obtendo retorno e reinvestindo.

Um dos negócios em franco desenvolvimento é o da sonorização para shows e grandes ambientes. Muita gente ingressou e vem ingressando no ramo; muitos conjuntos musicais tem seu próprio equipamento de sonorização. Substituindo partes desse equipamento e acrescentando outras, podemos aproximá-lo, aos poucos, até chegar ao sistema ideal para gravação profissional, tanto para shows ao vivo, como para estúdios fixos. Tenho indicado em meus artigos anteriores na NE a maneira de construir e desenvolver esses sistemas de sonorização; sugiro aos totalmente iniciantes que comecem por aí, pela sonorização — vão aproveitar seu equipamento e experiência no futuro estúdio.

Tendo em mente que precisamos, em primeiro lugar, obter o produto final, a fita de dois canais, a primeira compra obviamente recairá sobre o gravador de dois canais, profissional, para quem já disponha ou não do equipamento de sonorização. Com uma mesa de som qualquer, de misturação estereofônica, com entradas balanceadas e qualidade na resposta, relação sinal/ruído e distorção aceitáveis, poderemos começar a gravar "profissionalmente", isto é, a ganhar dinheiro, pelo menos...

Indico, para esse fim, o gravador TEAC modelo 35-2B Recorder/Reproducer, que custa (em janeiro de 81) 1990 dólares, novo, nos EUA. Um gravador TEAC mais barato, o mo-

delo 22-2, também serviria, mas prefiro o 35-2B; uma leitura detalhada dos catálogos da TEAC, possíveis de se obter escrevendo para lá, mostraria a você o porquê.

Seja qual for o gravador, são interessantes as seguintes características:

- Velocidade de fita de 7 1/2 e 15 ips (*inches per second* ou polegadas por segundo);

- Largura de fita de 1/4 de polegada, no caso desses gravadores de 2 pistas, é suficiente, sendo que a própria Ampex os produz assim;

- Resposta em frequência de 40 Hz a 22 kHz (± 3 dB), com 15 ips, e a 18 kHz, com 7 1/2 ips;

- Distorção bem abaixo de 1%, a níveis normais;

- As pistas devem ser *half-track*, isto é, as duas pistas ocuparão, juntas, toda a largura da fita de 1/2 polegada, ao contrário do que acontece com os gravadores residenciais, que gravam e reproduzem 1/4 de pista;

- Se não for adquirido com o gravador, pode ser instalado mais tarde um sistema *dbx* de redução de ruído; o gravador 35-2B, por exemplo, recebe um sistema *dbx* projetado especialmente para ele, que custa ao redor de 650 dólares (é o DX-2).

A primeira mesa de som a adquirir, com 12 canais de entrada e pelo menos 2 saídas (estéreo), custa ao redor de 2000 dólares, mas pode ser construída aqui por um bom técnico, pelo equivalente a 1000 dólares. As mesas mais simples que construo artesanalmente tem as características relacionadas a seguir; se você encontrar algo que se aproxime, estará acima do gravador em qualidade e não terá problemas nessa parte do sistema:

- Ruído a 121,9 dB abaixo do ponto de *clipping*, com todos os *faders* abertos; e 138 dB, com todos os *faders* fechados! e, ainda, 103 dB sob 0 dBm, *faders* abertos! Notar que as mesas importadas, em sua maioria, dão os dados com os *faders* fechados;

- Resposta a 0 dBm: 3 Hz a 90 kHz, $+0/-3$ dB, sem a equalização ligada; com todos os equalizadores ligados, entre a entrada de microfone até saída para PA e/ou gravação, a resposta é de 3 Hz a 30 kHz, $+0/-3$ dB;

- *Headroom*: +18,9 dBm (sobre carga de 600 ohms, portanto), de 20 Hz a 20 kHz (+15,9 dBm a 40 kHz e +6 dBm a 100 kHz); com amplificadores balanceadores, acrescentar +4 dBm;

- Distorção ao redor de 0,02% entre 20 Hz e 20 kHz.

Com uma mesa assim, simples nas funções, mas excelente em qualidade, você poderá fazer boas gravações, diretas ao gravador de 2 canais, ou mesmo a um de 4 canais, quando, como as minhas mesas mais simples, ela tiver mais duas saídas, auxiliares. Você estará, então, gravando profissionalmente pelo sistema multipistas, como explicarei adiante; porém, só poderá sonorizar o ambiente e gravar ao mesmo tempo em alguns casos, pois a mesa comum de sonorização, como essas mais simples, não têm os submestres, que tornam a gravação independente da sonorização.

Para isso, para ter os submestres, você terá de adquirir uma mesa de som importada, que custa 13.000 dólares (mesas de qualidade mediana), mas que pode ser construída aqui, por um bom técnico, custando ao redor de 5.000 dólares e possuindo 24 canais, 8 submestres, equalizadores gráficos e paramétricos verdadeiros, divisores eletrônicos para o sistema de sonorização, etc., com as características de resposta, distorção e ruído equivalentes às da mesa anterior.



L.F. INDUSTRIA E COMÉRCIO

DE COMPONENTES ELETRÔNICOS LTDA.
AVENIDA IPIRANGA, 1.100 — 8º ANDAR — CEP 01040
TELEFONE: 229-9644 (TRONCO) — TELEX (011) 31056
SÃO PAULO — S.P.



VÁLVULAS
• TRANSMISSÃO INDUSTRIAL

CONSTANTA
RESISTORES
• METALFILME
• CARVÃO
• FIO



DIODOS
• RETIFICADORES



CONECTORES
UHF — BNC E
ADAPTADORES

DISTRIBUIDORES

- Válvulas Eimac
- Semicondutores General Instruments
- Trimpots Allen Bradley
- Resistores Constanta
- Semicondutores Semikron
- Válvulas National



Bornes-Pontas de Prova
Micro-chaves-Pinças
para testes-Pinos, etc.



- CIRCUITOS INTEGRADOS TTL
- MEMÓRIAS
- CIRCUITOS INTEGRADOS LINEARES
- TRANSISTORES DE POTÊNCIA

SEMIKRON

- TYRISTORES
- PONTES DE SILÍCIO
- DIODOS RETIFICADORES

MALLORY

BATERIAS

SIEMENS
ICOTRON

- CAPACITORES
- TRANSISTORES DE RADIO-FRQUÊNCIA



VÁLVULAS
INDUSTRIAIS
• IGNITRONS
• THYRATRONS
• RETIFICADORAS

REPRESENTANTES

M.R. Representações Comerciais S/C Ltda Rua Itupava, 447 - Curitiba - Paraná.
REPLAYEM Representações, Vendas e Imp. Ltda.
Rua Senador Dantas, 44 - Gr. 3 - 2º andar - Rio de Janeiro - RJ
JOGA Representações Ltda. Rua Dorila, 255 - Belo Horizonte-MG

Importante!

Com a aquisição da mesa maior, você poderá agrupar, graças aos submistres, vários canais de entrada (microfone, por exemplo) em uma única pista do gravador multicanais, de uma só vez, sendo possível, então, gravar todo um show e remixar mais tarde, sossegadamente, para a máquina de dois canais, retocando, re-equalizando, etc. Poderá, também, enquanto não tem o gravador multicanais, operar melhor em sonorização, usando os submistres, canais para os quais são endereçados os canais de entrada (de microfones ou linhas), aos grupos; é possível controlar, dessa forma, em um só *fader*, o nível de diversos microfones, por exemplo. Toda a bateria ou todo o grupo vocal poderão ser aumentados em nível sonoro, sem que seja preciso reajustar cada canal de microfone, dos muitos a eles destinados.

(continua no próximo número)

NOVO LANÇAMENTO!

MULTITESTER SONORO FONECO TC-10

O Multitester FONECO TC-10 é um instrumento de bolso para uso industrial ou de oficina. Verifica componentes eletrônicos como resistores, capacitores, transistores e diodos.

Acusa continuidade, resistência e a presença de tensões com sinais sonoros e indicação luminosa com LED embutido.

PREÇO DE
LANÇAMENTO
CR\$ 2.625,00

CARACTERÍSTICAS E ESPECIFICAÇÕES

- Verifica transistores e diodos de silício e germânio
- Identifica se o transistor é PNP ou NPN
- Identifica anodo e catodo dos diodos
- Identifica coletor, base e emissor dos transistores desconhecidos ou desbotados.
- Prova capacitores de 0,01µF até 100µF
- Indica continuidade até 500K
- Indicação para todos os testes é sonora com alto-falante e visual com LED embutido.
- Acusa tensões C.A. com um tom zumbindo
- Determina polaridade de tensões desconhecidas C.C.
- É protegido contra sobretensões de até 500V!
- Usa uma bateria de 9V
- Acabamento profissional com caixa de alumínio anodizado
- À prova de quebra, na cor azul-prata

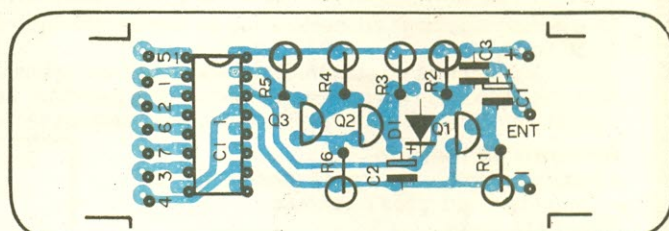


Avenida Central 95
CEP 04402 — São Paulo
Telefone: 522-2452
Telex 23752 CHPE BR

ATENDEMOS PELO REEMBOLSO POSTAL OU PELA VARIG

Errata

O "lay out" da placa do circuito impresso do Demultiplex para sistemas de radiocontrolado publicado na revista nº 48, página 50, foi publicado com numeração incorreta dos componentes. Republicamos aqui o "lay out" com a numeração de componentes corrigida.



Prática em técnicas digitais

28ª lição

A OPERAÇÃO DO COMPUTADOR DIGITAL

Agora que você já se familiarizou com a arquitetura básica de um computador digital, está pronto para ver como as várias seções operam juntas para executar um programa. As unidades que descrevemos na lição anterior, reunidas, formam realmente um computador digital hipotético, que usaremos para demonstrar como um computador real funciona.

Começaremos supondo que já há um programa para resolver um problema específico, armazenado na memória do computador. Este, executará cada instrução numa seqüência, até atingir a solução. Analisaremos a operação do computador e mostraremos o conteúdo de cada registrador enquanto o programa está sendo levado a cabo.

Imagine que o problema a ser resolvido é uma simples operação matemática que nos diz para somar dois números, subtrair um terceiro, guardar o resultado, imprimir a resposta, e então parar.

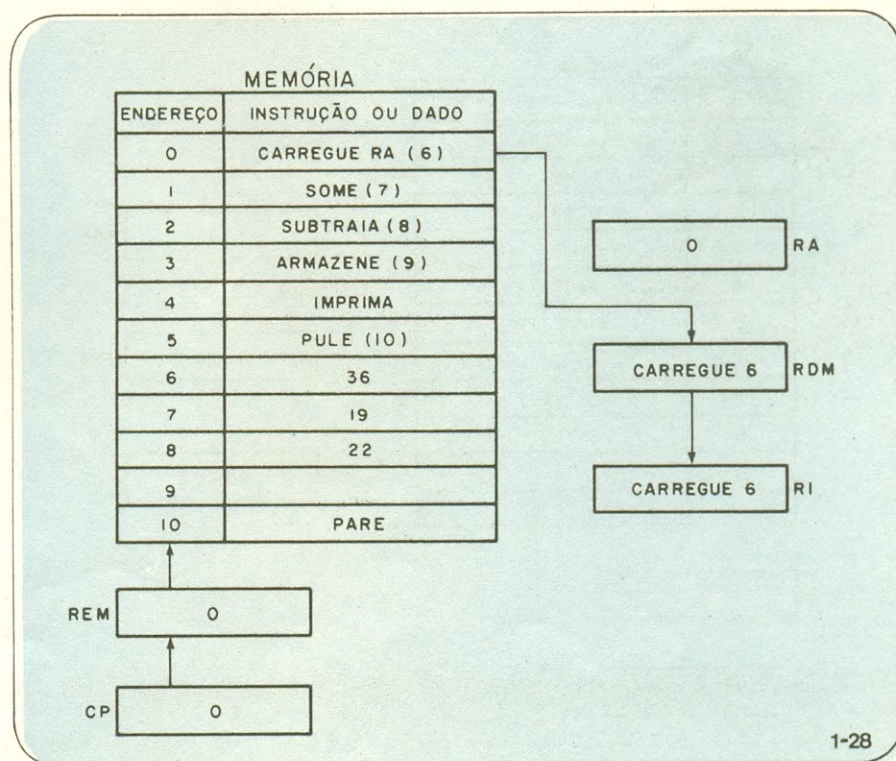
A solução para este problema simples, como ele será resolvido passo a passo pelo computador, está ilustrada na figura 1-28. O que você vê é um diagrama de blocos simplificado do computador digital, com a memória e os registradores maiores. O programa está armazenado na memória. O conteúdo de cada lugar da memória, tanto instrução como dado, é mostrado ao lado do endereço da memória. A fim de solucionar este problema, o computador executa seqüencialmente as instruções. Isto é feito numa operação de dois passos. Primeiro a instrução é buscada ou lida na memória. Segundo, ela é executada. Este ciclo de busca/execução é repetido até que todas as instruções do programa tenham sido executadas.

Na figura 1-28, a primeira instrução do programa é buscada. A palavra instrução é lida na memória e aparece no registrador de dados da memória (RDM). É então transferida ao registrador de instruções (RI) onde é interpre-

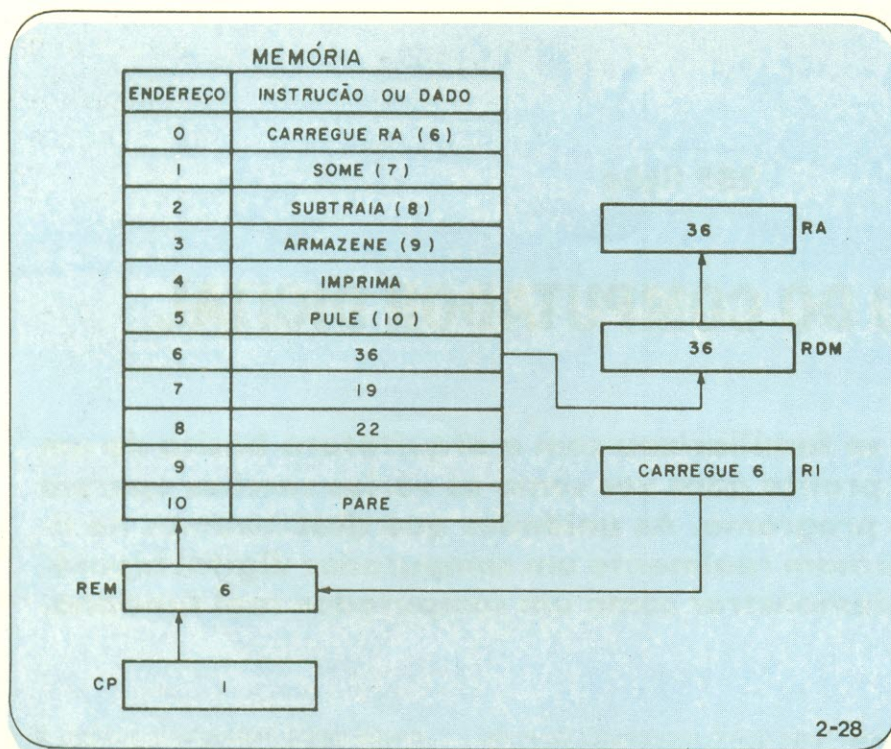
tada. Note que o registrador de endereços da memória (REM) contém 0, que é o endereço da primeira instrução. O registrador acumulador (RA) está colocado em 0 antes da execução do programa.

A figura 2-28 mostra a execução da primeira instrução. A primeira instrução, CARREGUE RA (6), manda carregar o acumulador com o dado armazenado na memória no lugar 6. Na exe-

cução desta instrução o número 36 é transferido ao acumulador. Observe como isto é feito. O endereço especificado pela palavra instrução (6) é transferido a partir do registrador de instruções ao registrador de endereços da memória (REM). Isto faz com que o número 36 armazenado naquele lugar seja transferido ao RDM e depois ao acumulador. Durante este passo, o contador de programa (CP) é



Busca da primeira instrução (CARREGUE)



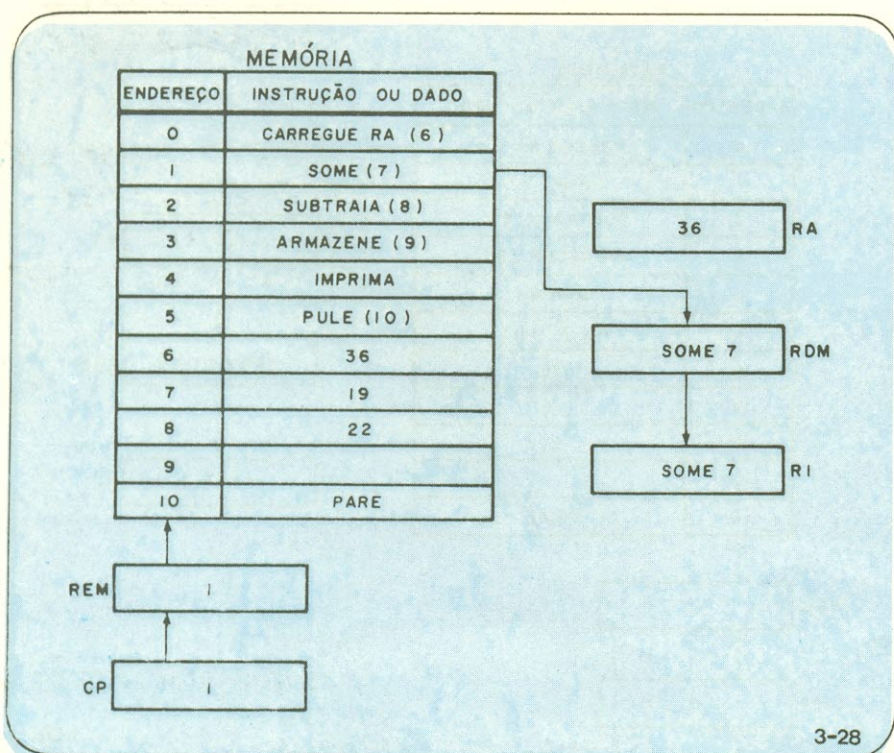
Execução da primeira instrução (CARREGUE).

incrementado em 1, de modo que a próxima instrução da sequência será buscada.

A figura 3-28 mostra a operação de busca para a segunda instrução. O conteúdo do contador de programa é transferido ao REM de maneira que a instrução SOME (7) é buscada. Tal ins-

trução passa através do RDM para o registrador de instruções.

A execução da instrução soma é mostrada na figura 4-28. Esta instrução manda somar o conteúdo da localização 7 da memória, ao conteúdo do acumulador. O endereço da instrução soma é transferido ao REM. Isto faz o



Busca da segunda instrução (SOME).

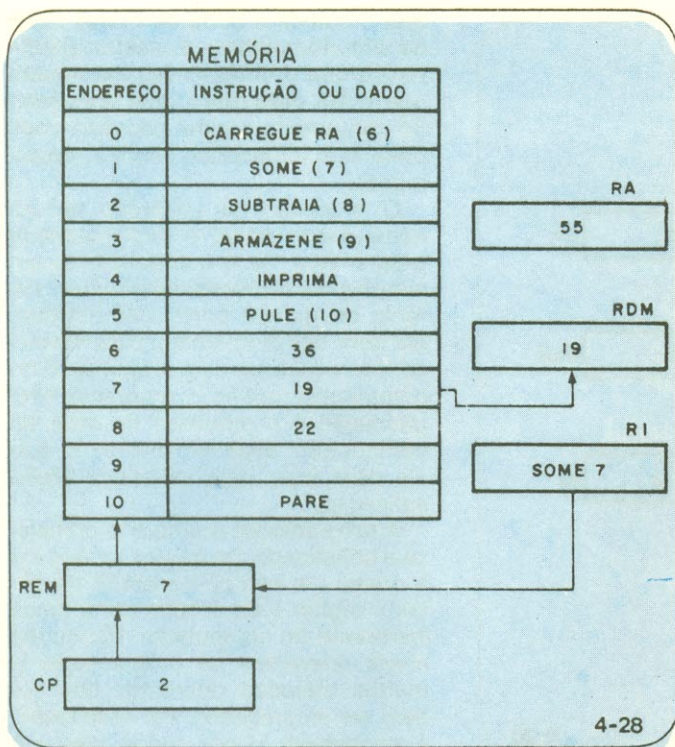
conteúdo da memória no lugar 7, o número 19, transferir-se para o RDM. O conteúdo do RDM então é somado ao conteúdo do acumulador, com a soma aparecendo de volta no acumulador. Como você pode ver, a soma de 36 e 19 é 55. Note que o contador de programa novamente é incrementado, para que a próxima instrução possa ser buscada.

As instruções restantes do programa são buscadas e executadas de maneira semelhante. A terceira instrução, a subtração, faz com que o conteúdo da memória no lugar 8 seja subtraído do conteúdo do acumulador, com o resultado aparecendo no acumulador. Isto produz uma resposta de 33. Esta sequência de busca/execução está na figura 5-28 e na 6-28.

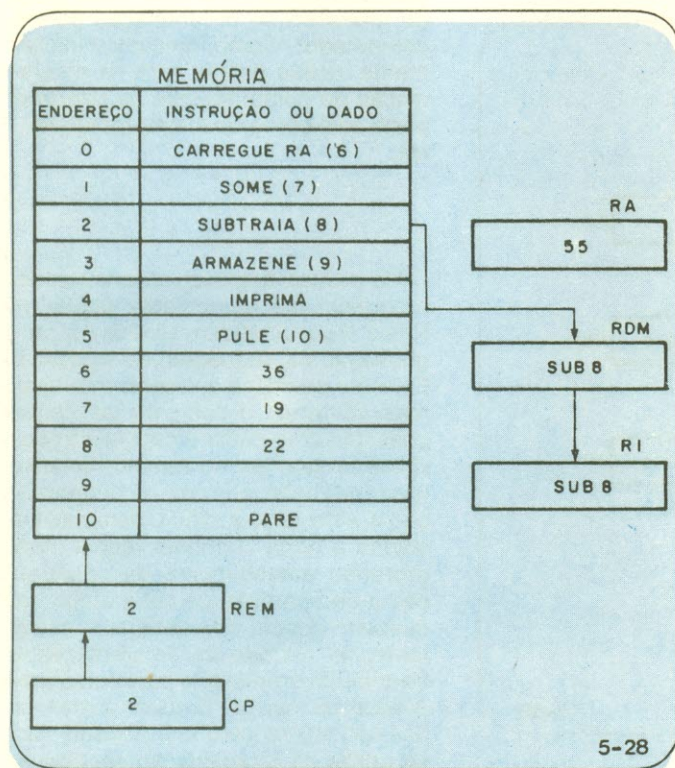
A próxima instrução da sequência, ARMAZENE (9), manda guardar o conteúdo na memória, na localização 9. O número 33 que está no acumulador é transferido ao RDM e guardado no lugar 9, como indicam as figuras 7-28 e 8-28.

A quinta instrução do programa, IMPRIMA, manda imprimir o conteúdo do acumulador na impressora externa. O número guardado no acumulador é então transferido a uma impressora onde é impresso. O ciclo busca/execução para esta operação é mostrado nas figuras 9-28 e 10-28.

A sexta instrução da sequência é a instrução PULE (10), que faz com que a sequência normal do programa seja mudada. A instrução de "pulo" (*jump*) manda não executar o conteúdo do próximo lugar da memória na sequência. Em lugar disso, manda tomar a próxima instrução a partir do lugar 10 da memória. Ou seja, pular para o endereço 10. Você pode ver pela figura 11-28, que o conteúdo do próximo lugar da memória na sequência (endereço 6) contém uma palavra dado, já usada. O computador, como uma máquina estúpida, simplesmente interpretaria a palavra dado como uma instrução e tentaria executá-la. Se isso acontecesse, o resultado da computação seria errado. O objetivo da instrução PULE no nosso programa é justamente "pular" sobre as palavras dadas guardadas nos lugares 6, 7, 8 e 9. O program tem assim continuidade na localização 10, onde uma instrução PARE está armazenada. Pela execução da instrução PULE, o contador de programa está carregado com o endereço dessa instrução (10), ao invés de ter sido incrementado como normalmente o é. Observe a figura 12-28. Isto faz o computador buscar e executar a instrução armazenada no endereço 10. Tal é ilustrado pelas figuras 13-28



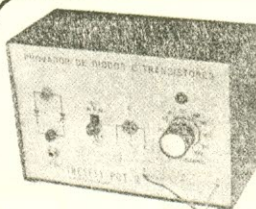
Execução da segunda instrução (SOME).



Busca da terceira instrução (SUBTRAIA).

e 14-28.

A última instrução do programa é a de PARE. Esta instrução não tem outro efeito senão interromper a operação da máquina. Note na figura 14-28 que o contador de programa foi incrementado de modo a conter o endereço da próxima instrução a ser busca-



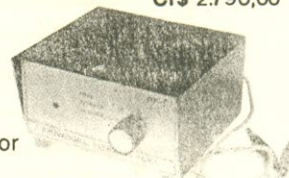
PROVADOR DE DIODOS E TRANSISTORES PDT-2 INCTEST

Pode também ser usado como injetor de sinais. Alimentação: 2 x 1,5 V. Peso: 700 g.

Dimensões: 15 x 10 x 8 cm. Cr\$ 2.790,00

PROVADOR DE FLYBACK E YOKE PF-1 INCTEST

Acaba com a indecisão quanto à substituição de um transformador de saída horizontal (flyback) ou bobinas defletoras (yoke). Alimentação: 4 pilhas pequenas. Peso: 300 g. Dimensões: 10 x 12 x 7 cm. Cr\$ 2.290,00



VENDAS

MENTA REPRESENTAÇÕES LTDA.

AV. PEDROSO DE MORAES, 580, 11º, S/111 FONE: 210-7382
CEP 05420-SÃO PAULO-SP

ESTACIONAMENTO GRATUITO:
AV. PEDROSO DE MORAES, 443

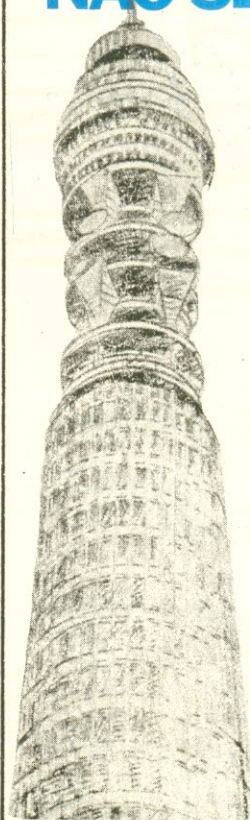
PAGTOS.:

CHEQUE VISADO PAGÁVEL EM SÃO PAULO OU VALE POS-TAL. INDIQUE NOME E ENDEREÇO DA TRANSPORTADORA QUANDO A PRAÇA NÃO FOR SERVIDA PELA VARIG. ATEN-DEMOS APENAS PELO REEMBOLSO VARIG — PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 30/05/81 APÓS ESSA DATA, CONSULTE-NOS SEM COMPROMISSO. Vendas também no atacado

NÃO SE PRECIPITE!

Você vai encontrar
na CASA STRAUCH

TTL
CIRCUITOS IMPRESSOS
DIODOS LINEARES
TRANSISTORES
KITS NOVA ELETRÔNICA



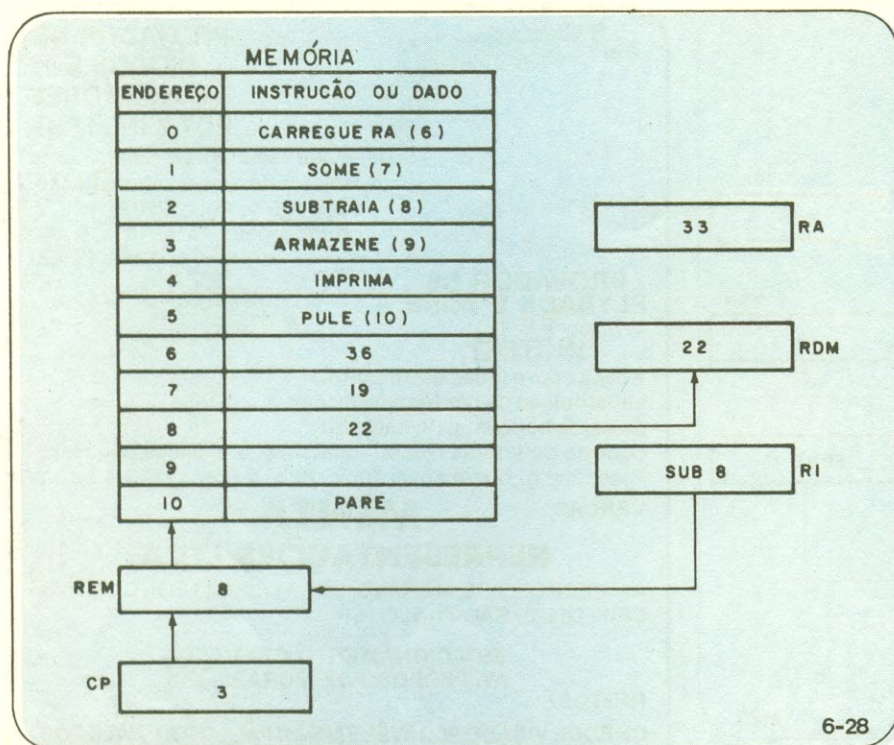
CASA STRAUCH

AV. JERÔNIMO MONTEIRO, 580

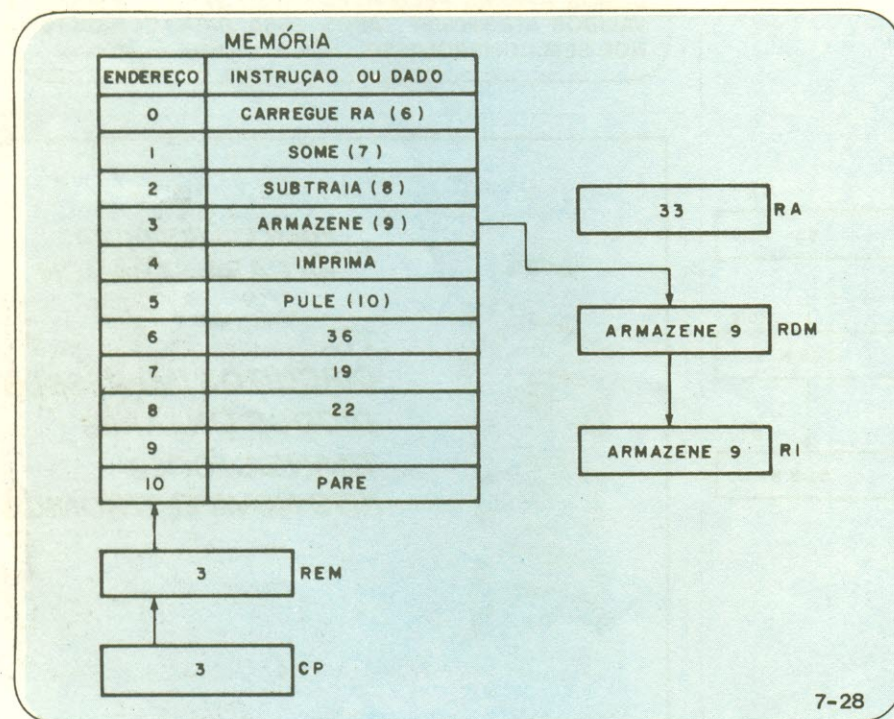
TEL.: 223-4675

VITÓRIA

ESPÍRITO SANTO



Execução da terceira instrução (SUBTRAIA).



Busca da quarta instrução (ARMAZENE).

da (11).

Estude o programa que apresentamos nesta lição. Siga a pista através de cada ciclo de busca e execução para cada todas as instruções, a fim de assegurar-se que entendeu totalmente a operação. Todos os computadores digitais funcionam desta mesma maneira, com pequenas variações.

A programação

Um computador digital sem um programa é uma peça inútil. O circuito lógico que compõe o computador é incapaz de desempenhar qualquer função útil sem um programa. Esta é a característica do computador digital

que o coloca à parte de outros tipos de circuitos digitais. E é esta característica que o torna a máquina versátil que é. Por essa razão, uma discussão do computador digital não está completa sem informação sobre a programação.

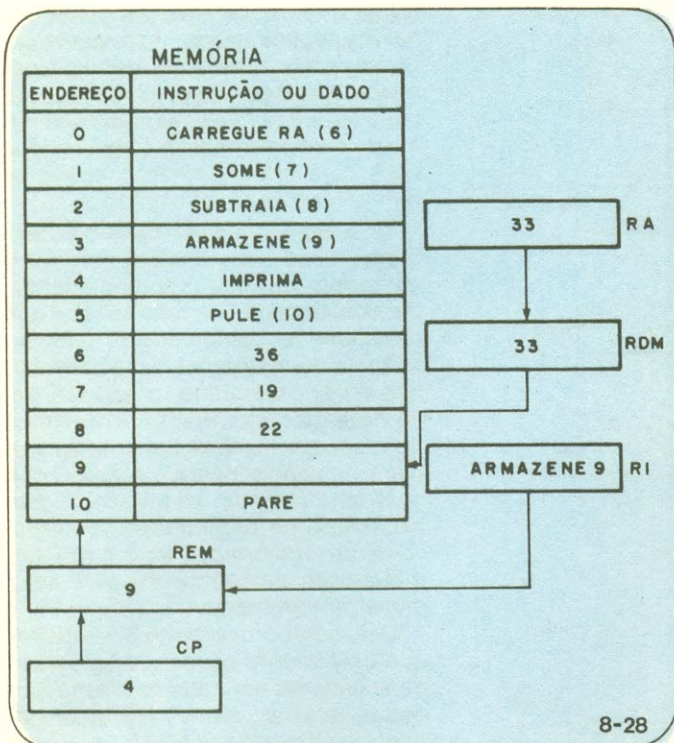
O processo de utilização de um computador digital é principalmente programá-lo. Se o computador é um simples microprocessador ou um sistema de grande porte, não importa, ele deve ser programado para desempenhar algum serviço. A aplicação do computador define o programa. Programação é o processo de dizer ao computador especificamente o que ele deve fazer para satisfazer nossa aplicação.

A programação é uma arte complexa e sofisticada. De muitos modos ela é quase um campo separado do circuito digital e da própria parte física (*hardware*) do computador. Há muitos níveis diferentes de programação e muitos métodos diferentes que podem ser empregados. Por essa razão, é impossível cobrir todos eles em nosso curso. O nosso objetivo, no momento, é dar a você uma visão geral do processo de programação de um computador. Como indicamos inicialmente, nossa ênfase será na programação de computadores de pequeno porte, tais como os microprocessadores.

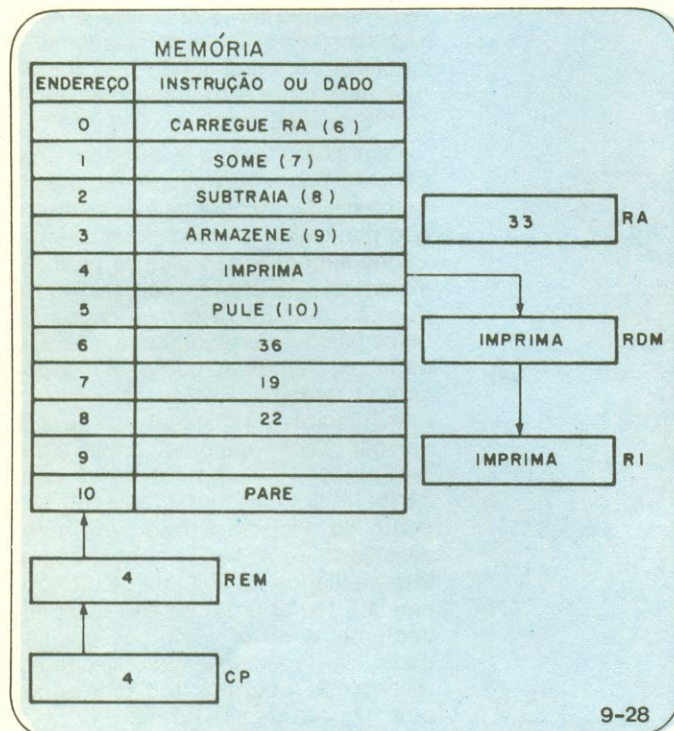
Procedimento de programação

Há muitas maneiras diferentes de programar um computador digital. A forma mais simples e básica é a programação na linguagem de máquina. Este, é o processo de escrever programas utilizando o conjunto de instruções do computador e depois introduzir os programas no formato binário, uma instrução por vez. A programação a este nível é difícil, demorada e sujeita a erros. Também requer um profundo entendimento da organização e da operação do computador. Apesar destas desvantagens, entretanto, tal método de programação é frequentemente usado para pequenos programas curtos. Embora a maioria das aplicações de computadores não se utilize da programação em linguagem de máquina, é bom conhecer a programação a este nível. Ela ajuda a desenvolver um completo conhecimento da operação da máquina e geralmente resulta nos programas mais curtos e mais eficientes. Muitos microcomputadores e microprocessadores são programados na linguagem de máquina.

Para ilustrar os conceitos de pro-



Execução da quarta instrução (ARMAZENE).



Busca da quinta instrução (IMPRIMA).

gramação desta lição, usaremos a programação em linguagem de máquina. Outros métodos mais sofisticados de programação serão vistos mais tarde.

A programação de um computador digital é basicamente um processo de sete passos. São eles: (1) definir o problema; (2) desenvolver uma solução

FURADEIRA - 1/4 - BLACK & DECKER

Cr\$ 3.490,00

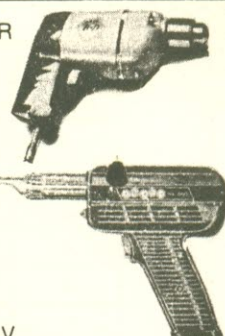
GARANTIA DE FÁBRICA

☐ 110 V ☐ 220 V

PISTOLA DE SOLDA OSLEDI

- Rápida, robusta, 110/140 Watts
- Regulagem de Aquecimento
- Contato de Segurança
- Ilumina o ponto de solda
- Ideal para todos as soldas
- Garantia de fábrica

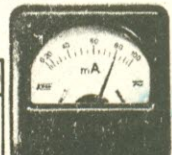
Cr\$ 1.990,00 ☐ 110 V ☐ 220 V



INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO KRON, EM FERRO-MÓVEL E CAIXA DE BAQUELITE — UMA ÚNICA ESCALA DIMENSÕES — 60 x 60

ESCALAS

VOLTIMETRO	0 a 3	0 a 25	0 a 50	0 a 250
MILI AMPERÍMETRO	0 a 3	0 a 20	0 a 200	0 a 750
AMPERÍMETRO	0 a 3	0 a 10	0 a 20	0 a 50



PREÇO ÚNICO
Cr\$ 1.190,00

PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 30/06/81

INSTITUTO DE DIVULGAÇÃO DE TÉCNICAS ELÉTRICAS E MECÂNICAS LUFEN

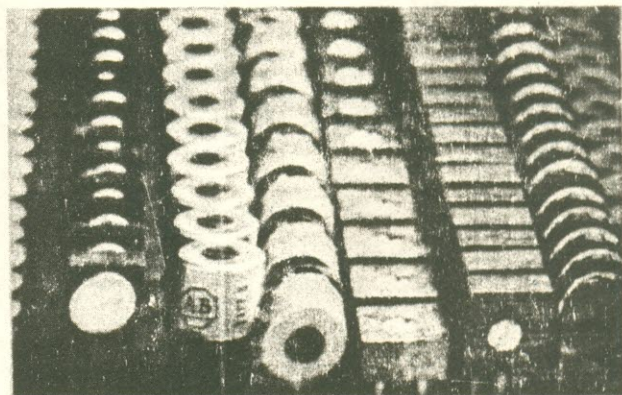
CAIXA POSTAL 61543 — SP — CEP 01000

VENDAS PELO REEMBOLSO AÉREO E POSTAL

5% DESCONTO C/ CHEQUE VISADO OU VALE POSTAL

NOME _____ END _____
CEP _____

NA COMPEL VOCÊ ENCONTRA TUDO O QUE PRECISA PARA APARELHOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS EM GERAL.

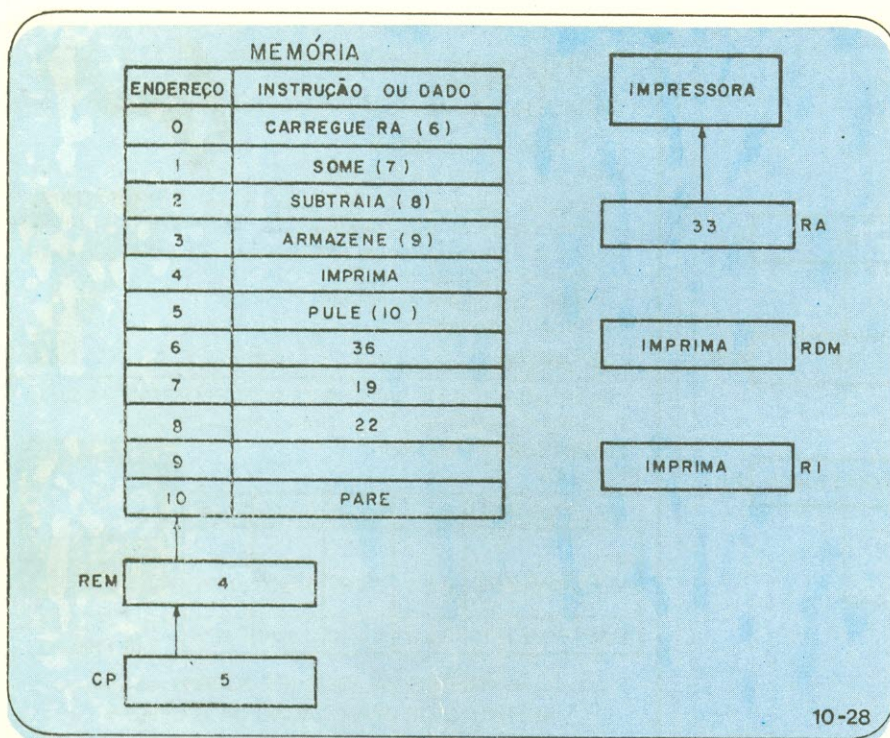


COMPEL COMPONENTES ELETRÔNICOS

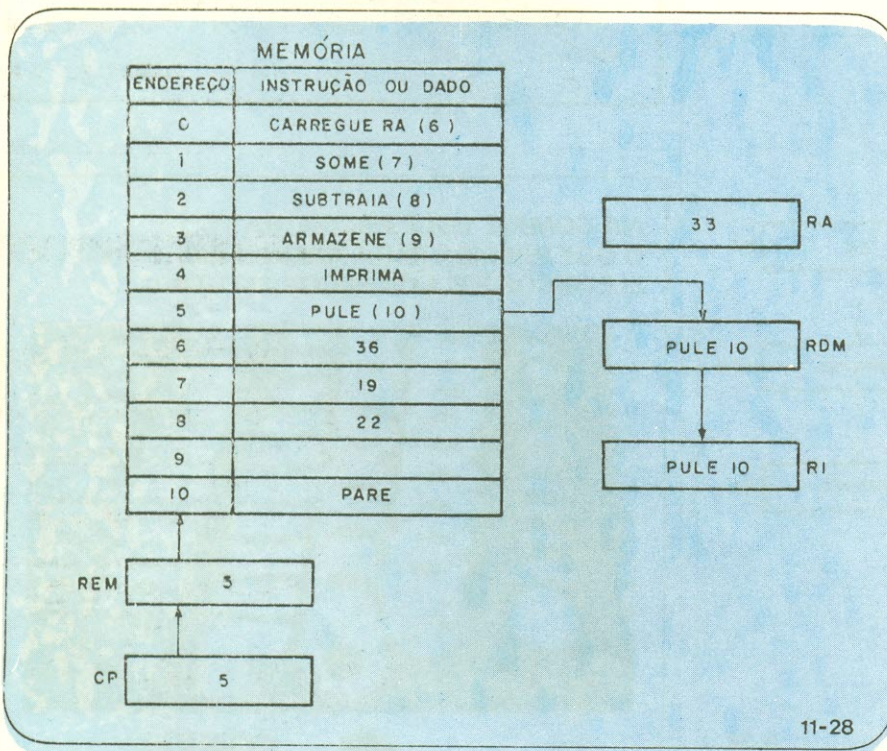
DISTRIBUIDORA DOS KITS NOVA ELETRÔNICA

MATRIZ: RUA DR. DEODATO WERTHEIMER, 65
TEL.: 212-1885

FILIAL: RUA BARÃO DE JACUAI, 478
TEL.: 469-6507 MOGI DAS CRUZES • SP.



Execução da quinta instrução (IMPRIMA).



Busca da sexta instrução (PULE).

praticável; (3) uma carta de fluxo para o programa; (4) codificar o programa; (5) introduzir o programa no computador; (6) testar o programa; (7) rodar o programa. Vejamos cada uma destas etapas.

O primeiro e talvez o mais importante passo na programação de um computador digital é a definição do

problema a ser resolvido. O sucesso do programa está diretamente relacionado ao quanto bem é definida a operação a ser realizada. Não há um conjunto padronizado de procedimentos para definição do problema e qualquer método adequado pode ser usado. A definição pode ser uma exposição escrita da função a ser levada, ou pode

tomar a forma de equação matemática. Em alguns casos, o problema pode ser mais facilmente definido por meios gráficos. Para aplicações de controle ele pode ser expresso na forma de tabela verdade. A forma na qual você colocará a definição é estritamente função da aplicação.

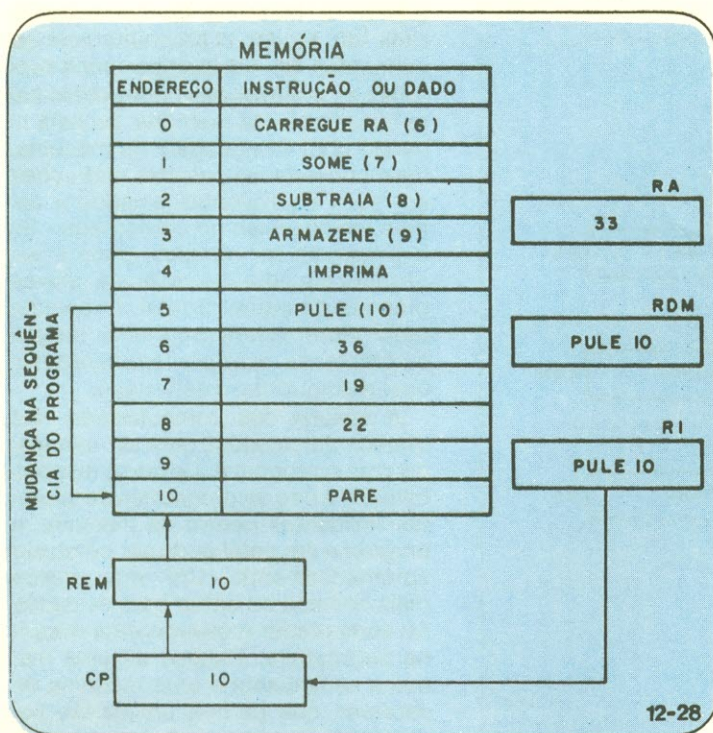
Uma vez analisado e definido o problema, você deve começar a pensar em termos de como o computador pode solucioná-lo. Lembre-se que um programa de computador é uma sequência de instruções passo a passo que levará a resultados acertados. Você deve, portanto, pensar em termos de resolução do problema numa maneira sequencial passo a passo. O que você está fazendo nesta fase do procedimento de programação é desenvolver um *algoritmo*. O algoritmo é um método de procedimento para solucionar um problema.

Um ponto importante a lembrar é que usualmente há mais de um meio de solucionar um dado problema. Em outras palavras, existe mais de um algoritmo adequado para alcançar o objetivo que você deseja. Grande parte do trabalho de programação está na determinação de alternativas e reflexão sobre elas, a fim de selecionar o caminho mais adequado. Os algoritmos mais diretos e simples são geralmente os melhores.

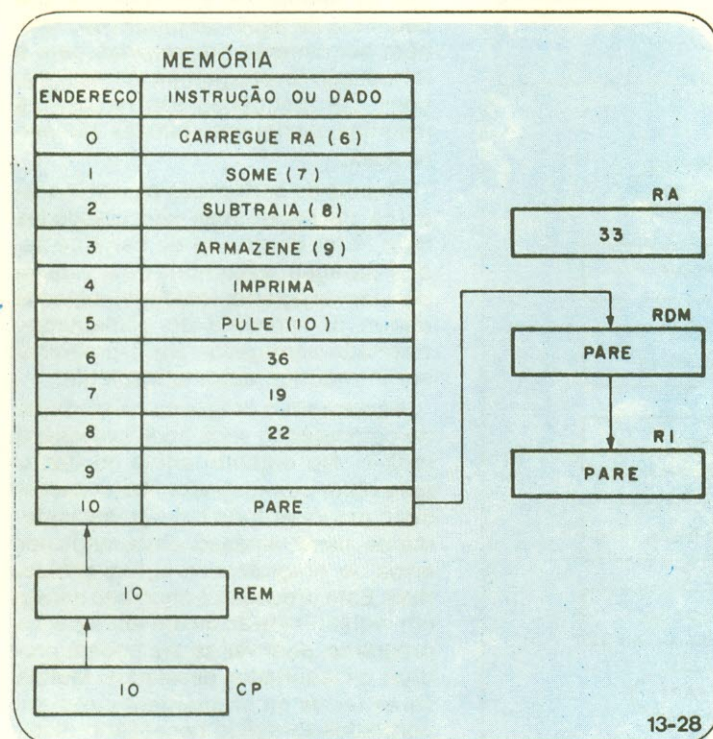
O próximo passo é elaborar uma carta de fluxo, ou fluxograma, para o problema. O fluxograma é uma descrição gráfica da solução do problema. Vários símbolos são usados para designar passos chaves na solução da questão. A figura 15-28 mostra os símbolos básicos do fluxograma. A elipse define os pontos de partida e finalização. O retângulo indica cada passo computacional individual que leva à solução. Cada retângulo contém alguma operação básica ou cálculo que deve ser feito. O losango representa um ponto de decisão. É frequente a necessidade de observar os resultados intermediários na solução de um problema e tomar uma decisão independentemente do próximo passo a ser dado. Há geralmente duas saídas no losango de decisão. Isto representa uma decisão de sim ou não.

A figura 16-28 mostra uma carta de fluxo simples para o problema resolvido na sequência da figura 1-28 a 14-28. Nenhuma decisão foi tomada neste programa.

Como você pode ver, o fluxograma é uma representação gráfica do método básico usado para solucionar o problema. O fluxograma permite a você atualizar o algoritmo que desenvolveu. Em muitos casos, a carta de fluxo



Execução da sexta instrução (PULE)



Busca da sétima instrução (PARE).

de um programa ajuda a determinar o melhor caminho para a solução, uma vez que ela força o programador a pensar numa sequência lógica para expressar a solução no formato passo a passo.

Neste ponto da programação, seu problema está muito bem definido e um método básico de resolução foi

YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG
YUNG

ELETRÔNICA YUNG LTDA.

PEÇAS E ACESSÓRIOS PARA
RÁDIO, TV, APARELHAGEM DE
SOM, ELETRÔNICA E MATERIAL
FOTOGRAFICO EM GERAL

*DISTRIBUIDORA DOS KITS
NOVA ELETRÔNICA*

REVENDEDOR
AUTORIZADO
DE PEÇAS
GENUINAS

PHILIPS
PHILCO
COLORADO
TELEFUNKEN
SEMP
G.E.

AVENIDA PRINCEZA ISABEL, 230
ED. ALDEBARAN — LOJAS 9/11
TELEFONE: 223-1345
29.000 — VITÓRIA — ESPÍRITO SANTO

ATENDEMOS PELO REEMBOLSO POSTAL

CHEGARAM

MULTITESTADOR sonoro

TESTADOR DE VOLTAGEM
(110/220 V) E CONTINUIDADE

Além de testar voltagem 110/220 volts-ac, testa se um componente está bom ou não, através de um zumbido. Testa fusíveis, lâmpadas; resistências, motores, diodos, transistores, capacitores, etc.

NOVO

PERFURADOR
DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

PUNÇÃO DE AÇO CARBONO LONGA VIDA
FUROS FÁCEIS E RÁPIDOS

"O VERSÁTIL"

SUORTE p/ PLACA
DE CIRCUITO IMPRESSO

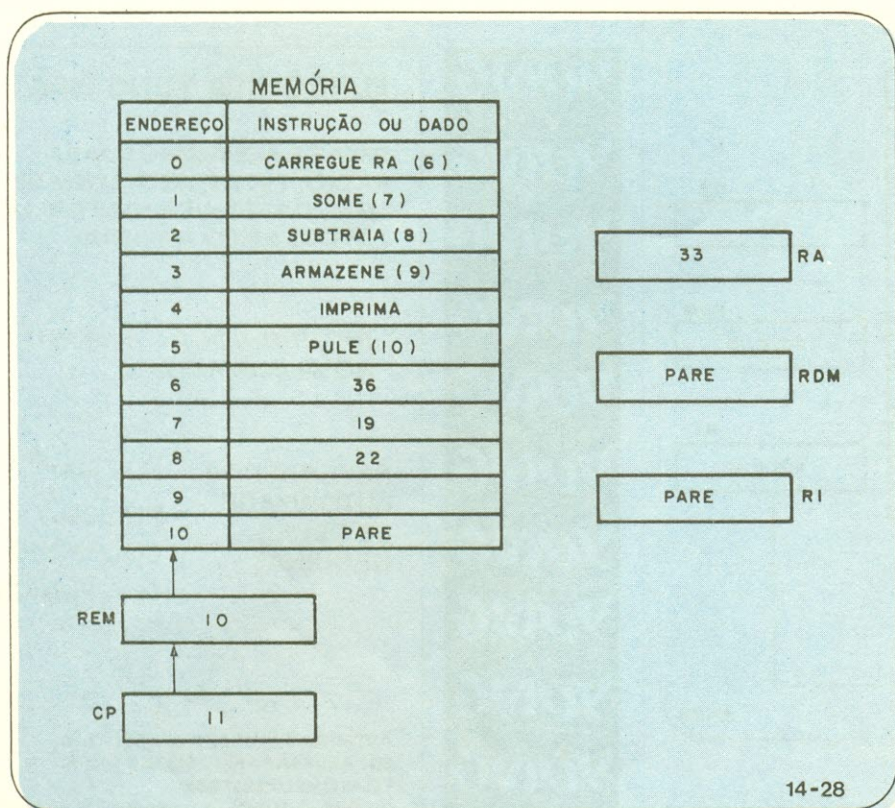
Duas mãos a mais para montagens, experiências, etc.

EXTRATOR DE CIRCUITO INTEGRADO E PONTA DESSOLDADORA
(circuito integrado)

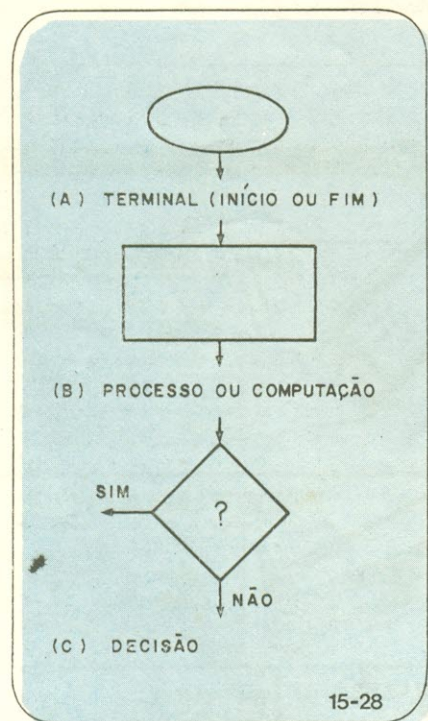
Remover circuito integrado ficou uma moleza com essa nova dupla.

CETEISA

CENTRO TÉCNICO INDUSTRIAL SANTO AMARO LTDA.
RUA BARÃO DE SUPAT, 117 - 110 AMARO - SÃO PAULO - SP.
FONES: 548-4261/522-1384

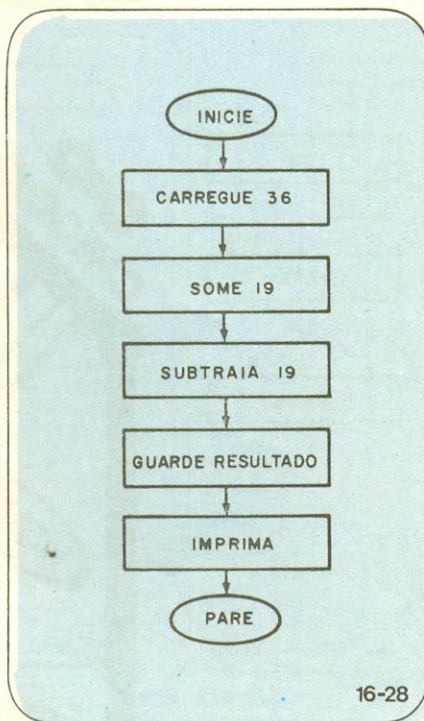


Execução da sétima instrução (PARE).



Símbolos básicos do fluxograma.

determinado. Você agora está pronto para converter seu fluxograma e algoritmo um programa em linguagem de máquina. Este processo é chamado codificação. Codificação é o procedimento de listagem sequencial das instruções específicas do computa-



Fluxograma para o problema $36 + 19 - 22 = 33$ e imprima.

dor para efetuar o algoritmo definido pelo fluxograma. Isto exige uma familiaridade com o conjunto de instruções do computador que você planeja usar.

A próxima etapa é introduzir o pro-

grama na memória do computador. Uma vez escrito o programa com as instruções do computador, você tem todas as informações necessárias para introduzi-lo na memória. Se está lidando com a linguagem de máquina, deve converter as palavras instruções em seus equivalentes binários e depois introduzi-las no computador. Se o programa for simples, poderá ser introduzido pela utilização de chaves binárias do painel frontal do computador. Porém, para programas longos e complexos, este procedimento manual é dificultoso e demorado.

A maioria dos computadores não oferece dificuldades para ser carregado com o programa. Devido à disponibilidade e uso de programas de suportes residentes dentro da máquina, o programa em geral pode ser colocado automaticamente. Um dos meios mais comuns de entrar com os dados no computador é usando uma máquina perfuradora. Trata-se de uma máquina semelhante a uma máquina de escrever, que perfura um cartão padronizado de computador, com as instruções a serem introduzidas. Máquinas de teletipo de entrada/saída que usam fita de papel perfurado são também comumente empregadas para a introdução de programas. As designações das instruções são batidas na máquina, e enquanto batidas são perfuradas.

Depois de perfurados os cartões ou a fita de papel, eles são colocados num leitor de fita ou de cartão e assim carregam a memória do computador. Um programa residente especial dentro da memória do computador, chamado carregador, faz o programa ser introduzido automaticamente.

Agora com o programa na memória do computador, você pode começar a rodá-lo. No entanto, antes de usá-lo para obter sua resposta final é necessário percorrer todo o programa lentamente, passo a passo, procurando por erros de programas e outros problemas. Este processo é chamado *debug* em inglês. Trata-se de um teste para o programa, para ver se ele poderá produzir os resultados desejados. Muitas vezes, erros na programação são encontrados tornando necessário modificar o programa pela troca de passos de instrução. Frequentemente, todo o programa deve ser descartado e um novo deve ser escrito, usando um algoritmo diferente.

Uma vez testado o programa, ele está pronto para o uso. Com o programa armazenado na memória, seu problema pode ser solucionado. É dada a partida ao computador e resultados satisfatórios podem ser esperados.

Instrumentação Analógica e Digital Básica

11.^a lição

Especificações dos medidores digitais

Muitas das especificações atribuídas aos medidores digitais têm o mesmo significado que as já vistas para os medidores analógicos. Entretanto, existem alguns termos exclusivos dos digitais, como você verá nesta lição.

A faixa de trabalho

O termo "faixa" de um medidor digital deve ser interpretado de modo um tanto diferente do que o é para um medidor analógico. O "fundo de escala" de um medidor digital é o valor máximo que pode ser medido sem "sobrecarga". Este valor relaciona-se diretamente ao número de dígitos "inteiros". Dígitos inteiros são aqueles capazes de registrar de 0 a 9. Um medidor de 3 dígitos possui três dígitos capazes de registrar valores de 0 a 9. Assim, a faixa máxima de um voltímetro de 3 dígitos deve ser 999 V.

Quase todos os medidores, hoje, têm indicação de sobrecarga. Com esse recurso, o conversor A/D e os circuitos contadores estão capacitados a processar um valor maior que a leitura de "fim de escala". Um medidor digital típico tem uma capacidade de sobrecarga de 100%, o que significa uma medição de 0 V a 1999 V para o caso do medidor de 3 dígitos. Isso, no entanto, não é regra geral, variando a capacidade de sobrecarga de 20% a 200% dependendo do projeto do aparelho.

A sobrecarga é indicada pelo acréscimo de um dígito na posição mais significativa. O dígito adicional é chamado de meio dígito. Portanto, um medidor de 3 dígitos com 100% de sobrecarga é chamado de medidor de 3½ dígitos.

Agora um exemplo. Um medidor de 3 dígitos está indicando 99,9 V. Se a tensão for aumentada para 100 V e não houver meio dígito, teremos de mudar para uma faixa maior de medição. O medidor indicará então 100 V, mas teremos perdido a indicação de décimos. Mudando para uma faixa

maior, reduzimos a precisão e a sensibilidade do medidor por um fator de 10.

Incluindo a sobrecarga e adicionando o meio dígito, a indicação será 100,0 V, mantendo a sensibilidade e a precisão da faixa inferior. Com isso, um medidor de 3½ dígitos na faixa de 100 V é capaz de medir até 199,9 V.

Resolução

Há uma confusão muito comum entre os termos resolução, precisão e sensibilidade. Eles estão relacionados, mas não significam a mesma coisa. Resolução é a capacidade de um medidor mostrar a diferença entre valores.

Por exemplo, um medidor digital de 3½ dígitos com diversas faixas. A menor faixa, 100 mV, e a maior, 1000 V. Na faixa de 100 mV, o dígito mais significativo indica 100 mV. O próximo dígito mais significativo é 10 mV, depois 1 mV, e o dígito menos significativo representa 0,1 mV. Desse modo, a menor tensão que pode ser registrada na faixa de 100 mV é 0,1 mV. A mais alta é 100 mV. É freqüente dizer-se que a resolução é 0,1 mV. Realmente, isso não é inteiramente correto.

A resolução não é um valor de corrente ou tensão. É uma relação entre o valor mínimo que pode ser mostrado e o valor máximo para a mesma faixa. A sobrecarga é desprezada ao se especificar a resolução, de modo que na faixa de 100 mV, a resolução é 0,1 para 100 ou 0,1%. Na faixa de 1000 V, a resolução deve ser a mesma. O dígito mais significativo é 1000 V e o dígito menos significativo é 1 V, o que resulta uma razão de 1 para 1000, ou seja, 0,1%. Isto não significa necessariamente que o medidor tenha uma precisão de 0,1%. A precisão não pode ser melhor que a resolução; entretanto, ela pode ser muito inferior.

Sensibilidade

Dissemos antes que na faixa de 100

mV o medidor pode medir ou sentir uma diferença tão pequena quanto 0,1 mV. Nós, portanto, dissemos que o medidor tem uma sensibilidade de 0,1 mV. A sensibilidade do medidor é a menor variação na tensão à qual o dispositivo pode responder. Ela pode ser encontrada multiplicando-se a faixa menor pela resolução. Assim, a sensibilidade de um medidor de 3 dígitos com uma faixa de 100 mV é $0,001 \times 100 \text{ mV} = 0,1 \text{ mV}$. Evidentemente, isso aplica-se unicamente se os circuitos de medição e contagem estão aptos à precisa sensibilidade indicada.

Precisão

Precisão é uma indicação do erro máximo que pode ser esperado entre a tensão real sob medida e o que é indicado pelo medidor. Nos medidores digitais, é usualmente dada como uma porcentagem da leitura mais uma porcentagem do fundo de escala. A porcentagem do fundo de escala é comumente expressa como mais ou menos um dígito. Por exemplo, $\pm 0,2\%$, ± 1 dígito. Lembre-se que ao medir uma tensão, a porta fica aberta por um período de tempo proporcional ao valor absoluto da tensão de entrada. Enquanto a porta está aberta, os pulsos estão sendo contados. A natureza da medição é tal que a porta pode fechar-se entre pulsos ou durante um pulso. É, por tanto, possível para o dígito menos significativo voltar ou avançar entre dois dígitos adjacentes embora o medidor esteja medindo uma entrada constante.

Quando você for escolher um medidor, encontrará a especificação da precisão. Porém, partindo daquele ponto, a precisão começará a diminuir. É responsabilidade do usuário manter o padrão. A calibração é assim um item importante. E o usuário comum dificilmente dispõe do material e do conhecimento necessário para calibrar o equipamento de teste. Como a calibração é exigida em intervalos de 30 dias a um ano, o medidor de-

ve ser retornado ao fabricante ou a um laboratório apropriado a intervalos regulares. O equipamento requerido para a calibração de medidores de precisão é caro e ainda exige a ajuda de mão de obra técnica especializada. Em consequência, o custo da calibração pode ser significativo e deve ser considerado ao se escolher um aparelho medidor.

Alguns medidores já aparecem atualmente com referências internas para calibração, permitindo que o próprio usuário a faça. A precisão não será tão boa quanto a obtida com padrões de laboratório. Mas, pode-se chegar a 0,5% ou até melhor. Com padrões de laboratório alguns medidores alcançam precisão de 0,1% e até superiores.

Fatores de erro

Há diversos fatores que contribuem para a precisão de um medidor. Veremos agora alguns fatores que podem causar erros.

Erro Quantitativo — Este é um erro que ocorre porque um medidor digital pode medir somente passos de tensão ou corrente. Os passos podem ser muito pequenos, mas são passos discretos. Por exemplo, imagine que um medidor de 3½ dígitos está medindo 65,3 volts na faixa de 100 V. Há uma ambigüidade no dígito menos significativo, uma vez que não temos meio de saber se a tensão real é 65,30 ou 65,39, pois a leitura não se alterará enquanto a entrada não atingir 65,40. Assim, existe um erro possível de até 0,09 volt na faixa de 100V.

Uma quantidade proporcional de erro ocorre em qualquer outra faixa. O erro é de até nove décimos do dígito menos significativo. Nos melhores medidores, o circuito é projetado de tal modo que a passagem ocorra a meio caminho entre os dígitos. Com esse método, o erro não é superior à metade do dígito menos significativo, ao invés de até todo o dígito.

Erro de modo normal — O erro de modo normal é causado por ruído e frequentemente é indicado como ruído de modo normal. O ruído de modo normal nem sempre está presente. Ele é captado das linhas de alimentação e de campos magnéticos e gerado no próprio medidor. Em muitos casos, o ruído apresenta uma amplitude maior que o sinal sob medida. Os efeitos desse ruído devem ser reduzidos.

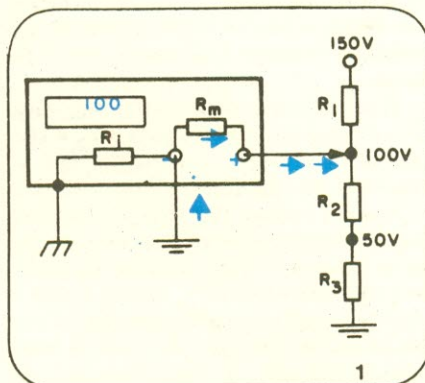
Métodos diferentes podem ser usados para diferentes tipos de ruído. Utilizando um conversor A/D tipo integrador o ruído da linha pode ser significa-

tivamente reduzido. A redução explica-se porque a integração se fará a múltiplos do ritmo de leitura. Por exemplo, num medidor que faz cinco leituras por segundo, uma maior rejeição ocorrerá a 5 Hz, 10 Hz, 15 Hz, 20 Hz, e todos os múltiplos de 5 Hz. Este ritmo de leitura reduz os efeitos do ruído da linha tanto a 50 Hz como a 60 Hz.

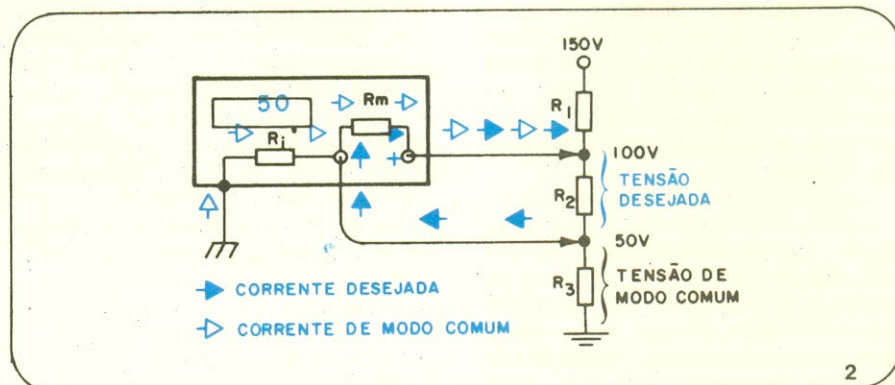
Frequências não múltiplas do ritmo de leitura devem ser reduzidas por filtragem. Nos medidores que não usam conversor integrador, a filtragem deve ser usada para toda a diminuição de ruído.

Uma rejeição de modo normal de 30 dB ou mais é um valor adequado para a grande maioria das aplicações, entretanto, em ambiente excessivamente ruidoso, será exigida muito mais atenuação.

Erro de modo comum — O ruído de modo comum é aquele presente em ambos os terminais do medidor. Lembre-se, ruído é qualquer sinal não desejado. Ele pode ser um potencial CC, um campo de RF ou relacionado à rede.



A figura 1 mostra uma situação onde o ruído de modo comum não deveria estar presente. Se o terminal negativo do medidor e o circuito de terra estão ao mesmo potencial, toda a corrente é causada pela tensão que está



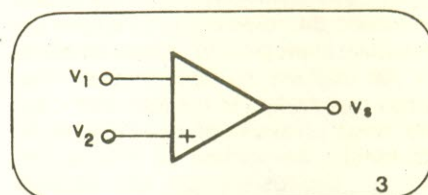
sendo mensurada e a corrente deve seguir o caminho indicado pelas setas.

Todavia, quando uma medida flutuante é feita, como na figura 2, estabelece-se uma diferença de potencial sobre R1. Isto coloca o terminal comum do medidor acima do potencial de terra.

Nesse exemplo (figura 2), o terminal comum está a 50 V e o terminal positivo a 100 V. Nós gostaríamos que o medidor registrasse a queda de 50 V sobre R2. Pode-se ver então que os 50 V sobre R3 são comuns a ambos os terminais do medidor.

Um medidor com uma entrada diferencial indicará a tensão apropriada, devido a sua capacidade de rejeição de modo comum. Relembramos que a fórmula para encontrar a tensão de saída de um amplificador operacional (VS) é: $VS = A(V1 - V2)$,

onde A é o ganho do amplificador e V1 e V2 são as tensões nas entradas inversora e não inversora, respectivamente, como mostra a figura 3.



Suponha que o ganho do amplificador no medidor da figura 2 é 0,1. Assim: $VS = 0,1(100 - 50)$
 $VS = 5V$

A saída é proporcional à tensão que desejamos medir.

É claro, isto funciona apenas se ambas as metades do amplificador operacional estiverem perfeitamente balanceadas. Como isso é impossível na prática, qualquer sinal de modo comum produzirá alguma saída, a qual é chamada erro de modo comum.

O quão bem um medidor elimina o erro de modo comum é o seu fator de rejeição do modo comum (RMC). O RMC pode ser achado pela fórmula:

$$RMC = 20 \log \frac{V_S/V_E}{A}$$

O resultado é dado em dB.

Assim, quando 1 V é aplicado a ambos os terminais simultaneamente, o ganho do amplificador é 100, e o medidor indica 1 mV, o RMC é:

$$RMC = 20 \log \frac{0,001/1}{100}$$

$$RMC = 100 \text{ dB}$$

Um bom medidor deve ter um RMC de ao menos 60 dB. Acima disso, melhor ainda.

Nos medidores de laboratório que devem medir valores muito pequenos na presença de alto ruído de modo comum, técnicas especiais são empregadas para reduzir o ruído de modo comum, técnicas especiais são empregadas para reduzir o ruído que atinge os terminais. Nos medidores comerciais médios estas técnicas usualmente não são necessárias e, portanto, não incorporadas.

Há ainda algumas precauções que podem ser tomadas para reduzir o erro de modo comum nas medições. A utilização de terminais medidores mais curtos pode reduzir a captação de sinal espúreo. A operação com um medidor portátil, alimentação por bateria, também deve estender um pouco o RMC.

Estabilidade

Um outro fator que afeta a precisão total do medidor é a estabilidade. Há dois tipos de estabilidade que podem ser especificados: a longo prazo e a curto prazo.

Longo prazo — Após um período externo de tempo, os componentes do medidor envelhecem e mudam de valor. Estas mudanças causam uma alteração correspondente na leitura para uma dada entrada. O período de tempo é usualmente o intervalo de calibração e o erro é fixado como \pm uma porcentagem da leitura ou do fundo de escala para aquele período de tempo.

Curto prazo — A estabilidade a curto prazo é essencialmente a repetibilidade. Uma boa estabilidade a prazo curto não implica numa boa precisão. Entretanto, para ter boa precisão, o medidor deve ter boa repetibilidade. A estabilidade a curto prazo é uma medida da resposta do medidor a sucessivas medições da mesma tensão. O intervalo de tempo é geralmente de 24 horas, mas isso não é um padrão. Uma vez mais, o erro é expresso como \pm porcentagem.

Temperatura

Todo medidor é projetado para manter sua precisão básica dentro de certos limites. Muitos dos medidores de laboratório são especificados para $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ$. Outros dão uma faixa de temperatura como 10°C a 40°C . Frequentemente, as especificações do fabricante não atestam a faixa de temperatura.

Os efeitos da variação de temperatura estão na elevação do erro especificado para a precisão normal. Eles são dados em diferentes maneiras, como porcentagem do valor total ($\pm 0,01\%$ da leitura e $\pm 0,01\%$ do fundo de escala/ $^\circ\text{C}$) ou em partes por milhão por $^\circ\text{C}$. Para o uso comum pode parecer insignificante a variação, mas para o uso em campo, sob condições extremas de tempo, ela pode ser um fator significativo.

Velocidade

Há duas coisas a considerar na discussão sobre a velocidade de um medidor. São elas o tempo de conversão e o ritmo de leitura. O tempo de conversão é o tempo necessário para o conversor A/D mudar a tensão de entrada para uma leitura digital. Basicamente, pode ser dividido em dois segmentos: tempo de estabilização e tempo de digitalização.

Quando a tensão de entrada de um medidor varia, ela toma do amplificador conversor um determinado período de tempo para sentir e responder completamente à variação. Este é o tempo de estabilização. Ele é maior quando necessária uma conversão CA para CC, ou quando usada uma forte filtragem. Se o medidor possuir mudança automática de faixa (*auto-ranging*), o tempo de estabilização poderá ser muito maior.

Depois, o conversor A/D deve digitalizar a medição. O tempo de digitalização pode ser fixo ou variável, dependendo do tipo de conversor usado. O tempo desde o início da medição até a digitalização do sinal é o tempo de conversão. Se o medidor é usado como parte de um "sistema", este tempo adquire grande importância. Entretanto, para o uso normal, o tempo de conversão por si mesmo não diz muito. Para o uso normal o ritmo de leitura é mais importante.

Ritmo de leitura é o número de leituras por segundo, incluindo tempo de disparo e de apresentação visual, que o tempo de conversão exclui. As especificações do ritmo de leitura de-

vem ser consideradas cuidadosamente. Os medidores que utilizam a técnica de aproximação sucessiva para conversão A/D podem realizar centenas de leituras por segundo sob condições ideais. Mas, quando a filtragem necessária é acrescentada para aplicações práticas, ele pode ser mais lento que um bom medidor de integração. Ritmos de leitura de 5 a 10 por segundo são razoáveis.

Teste de revisão

- 1) O fundo de escala de um voltímetro digital é o valor _____ que ele pode medir sem _____.
- 2) Este valor é determinado pelo número de dígitos _____.
- 3) Sobrecarga é a capacidade de um instrumento medir uma tensão _____ que a leitura de fundo de escala.
- 5) Um medidor de 3 dígitos com 100% de sobrecarga é chamado de medidor de _____ dígitos.
- 6) Um voltímetro de 3 1/2 dígitos pode medir até _____.
- 7) A resolução de um medidor digital é uma _____ entre os valores mínimo e máximo que podem ser mostrados.
- 8) A resolução de um medidor de quatro dígitos pode ser _____ %.
- 9) A sensibilidade de um medidor é a _____ variação a qual o medidor pode responder.
- 10) A sensibilidade é encontrada multiplicando-se a _____ pela _____.
- 11) A precisão é uma indicação do _____ que se pode esperar.
- 12) A precisão é usualmente dada como uma porcentagem da _____ mais uma porcentagem do _____.
- 13) A porcentagem do fundo de escala pode ser expressa como mais ou menos um _____.
- 14) Para um medidor manter sua precisão ele deve ser _____ a intervalos regulares.
- 15) O erro que ocorre porque um medidor pode medir somente passos de tensão é chamada de erro de _____.
- 16) Um ruído que deve sempre ser considerado numa medição é o ruído de modo _____.
- 17) O ruído de modo normal que relaciona-se com a alimentação pode ser diminuído com o uso de um conversor tipo _____.
- 18) Mesmo com um conversor A/D integrador, o ruído de frequências não múltiplas do ritmo de leitura deve ser removido por _____.

ASSINE NOVA ELETRONICA

Rua Hélade, 125 cep 04634 Vila Sta. Catarina
Fone 542 - 0602
C.Postal 30.141 - 01000 S.Paulo - SP

19) Um erro que pode ocorrer ao fazer uma leitura flutuante é chamado de erro _____.

20) O erro de modo comum é usualmente reduzido por _____.

21) A estabilidade a longo prazo refere-se a um erro na medição geralmente causado pelo _____ dos componentes.

22) A estabilidade a curto prazo refere-se a medições _____ da mesma tensão.

23) O número de leituras por segundo que um medidor pode fazer é chamado _____.

24) Os medidores que usam um tipo de conversor de não integração usualmente têm um ritmo de leitura _____.

Respostas

1. máximo; sobrecarga
2. inteiros
3. 999 V
4. maior
5. $3\frac{1}{2}$
6. 1999 V
7. razão
8. 0,01 %
9. menor
10. menor faixa; resolução
11. erro máximo
12. leitura; fundo de escala
13. dígito
14. calibrado
15. quantificado
16. normal
17. integrador
18. filtragem
19. modo comum
20. filtragem
21. envelhecimento
22. sucessivas
23. ritmo de leitura
24. maior

SOM SEM
DISTORÇÃO.

TOTAL REPRODUÇÃO
DE TODAS AS
FREQUÊNCIAS.



bravox

ALTO-FALANTES ESPECIAIS
PARA INSTRUMENTOS MUSICAIS,
SONORIZAÇÕES E VOZES.